



Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - et casestudie om Hillerød Kommune

Smith, Morten; Nielsen, Susanne Balslev; Hauger, Mikkel B.; Gabriel, Søren; Eilersen, Ann Marie; Elle, Morten; Henze, Mogens; Hoffmann, Birgitte; Mikkelsen, Peter Steen

Publication date:
2001

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Smith, M., Nielsen, S. B., Hauger, M. B., Gabriel, S., Eilersen, A. M., Elle, M., Henze, M., Hoffmann, B., & Mikkelsen, P. S. (2001). *Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - et casestudie om Hillerød Kommune*. Miljø & Ressourcer DTU og BYG-DTU, Danmarks Tekniske Universitet og Hedeselskabet Miljø og Energi.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land

- et casestudie om Hillerød kommune

Morten Smith¹, Susanne Balslev Nielsen², Mikkel Boye Hauger¹, Søren Gabriel^{1&3}, Ann Marie Eilersen¹, Morten Elle², Mogens Henze¹, Birgitte Hoffmann² og Peter Steen Mikkelsen¹

¹ Miljø & Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet

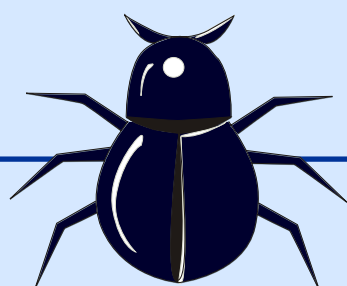
² Byg·DTU, Danmarks Tekniske Universitet

³ Hedeselskabet Miljø og Energi

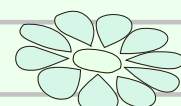
Spildevand i kloakløse bebyggelser

“Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser”

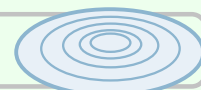
Et projekt under Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning, Tema 1: Økologisk håndtering af spildevand i det åbne land



Om projektet



Vejledning i stedsanalyse



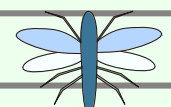
Dialogværksted-inspiration til dialog



Teknologisk informationsværktøj



Case-rapport



Rapport til Miljøstyrelsen



Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

Dette er en netpublikation, der kan downloades fra
<http://www.er.dtu.dk/publications/fulltext/2001/m&r2001-160.pdf>

Udgivet af:

Miljø & Ressourcer DTU
Danmarks Tekniske Universitet
Bygningstorvet, bygning 115
2800 Kgs. Lyngby
Tlf.: 4525 1610
Fax: 4593 2850
E-mail: library@er.dtu.dk

I samarbejde med BYG•DTU

INDHOLD

1	FORORD	4
2	INDLEDNING	5
3	SPILDEVANDSPPLANLÆGNING I DET ÅBNE LAND	6
3.1	DEN NYE SPILDEVANDSBEKENDTGØRELSE	6
3.2	AKTØRER OG ANSVARSFORDELING	7
3.3	LOVGIVNING.....	8
3.4	PLANLÆGNINGSPROCES I KOMMUNERNE	8
3.5	SPILDEVANDSPPLANLÆGNING I HILLERØD KOMMUNE.....	9
3.6	BÆREDYGTIG SPILDEVANDSPPLANLÆGNING	11
4	ARBEJDSMETODE	12
4.1	PLANLÆGNING OG VURDERING	12
4.2	VURDERINGSKRITERIER.....	13
5	STEDSANALYSE OG DIALOGVÆRKSTED	15
5.1	INTRODUKTION TIL STEDSANALYSEN.....	15
5.2	STEDSANALYSE FOR DELOMRÅDE I HILLERØD KOMMUNE	16
5.2.1	<i>Fysiske forhold</i>	19
5.2.2	<i>Miljømæssige forhold</i>	21
5.2.3	<i>Spildevandstekniske forhold</i>	22
5.2.4	<i>Relation til anden infrastruktur</i>	23
5.2.5	<i>Økonomiske forhold</i>	24
5.2.6	<i>Institutionelle elementer</i>	25
5.2.7	<i>Aktørbaserede elementer</i>	26
5.2.8	<i>Overordnede målsætninger</i>	27
5.3	INTRODUKTION TIL DIALOGVÆRKSTEDER.....	27
5.4	DIALOGVÆRKSTED I HILLERØD	28
6	OPSTILLING AF SPILDEVANDSSYSTEMER I DET ÅBNE LAND ...	29
6.1	BRUTTOLISTE OVER SPILDEVANDSSYSTEMER I DET ÅBNE LAND	29
6.2	OPSTILLING AF UDVALGTE SYSTEMALTERNATIVER	30
6.2.1	<i>Systemer uden sortering</i>	30
6.2.2	<i>Urinsorterende systemer</i>	32
6.2.3	<i>Urin- og fæcessorterende systemer</i>	34
6.3	KILDESORTERING OG VALGTE RENSEMETODE	36
6.4	RENSEGRADER FOR DIVERSE RENSEMETODER	37
6.5	RESULTERENDE UDLEDNING FRA SYSTEMALTERNATIVERNE	37
6.6	ØKONOMI	40
7	VURDERING AF SPILDEVANDSSYSTEMER	48
7.1	MULIGE VURDERINGSKRITERIER	48
7.2	STEDSSPECIFIK VURDERING AF KRITERIER.....	48
7.3	SAMMENFATTENDE VURDERING	52
8	SAMMENFATNING OG KONKLUSION	57
9	ORDLISTE.....	59
10	REFERENCER	60

Bilag 1: Dialogværksted i Hillerød kommune

Bilag 2: Forudsætninger for stedsanalysen

Bilag 3: Bruttoliste over spildevandssystemer

Bilag 4: Opstilling af massebalancer for systemalternativer

1 Forord

Nærværende rapport er udarbejdet på baggrund af et casestudie i forbindelse med gennemførelsen af projektet 'Vurdering af bæredygtig spildevands-håndtering i kloakløse bebyggelser' under 'Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning' under Miljø- og Energiministeriet og By- og Boligministeriet.

I casestudiet er benyttet den vurderingsmetode der er resultatet af det arbejde, Miljø & Ressourcer (M&R) og BYG•DTU (tidligere Institut for Miljøteknologi og Institut for Planlægning), Danmarks Tekniske Universitet har udført i forbindelse med ovennævnte projekt.

Hillerød Kommune har venligt givet adgang til materiale om arbejdet med revision af kommunens spildevandsplan.

Hedeselskabet Miljø & Energi as har bidraget med input til teknologi-vurderinger, diskussion af løsningsvalg samt opstilling af de økonomiske oversigter. Sideløbende med udarbejdelsen af nærværende casestudie har Hedeselskabet bistået Hillerød kommune i at få revideret spildevandsplanen. Hermed har erfaringer fra den virkelige planlægningssituation for spildevandsreguleringen i det åbne land, kunnet indgå i case-arbejdet.

DTU har samarbejdet med Hedeselskabet og Hillerød kommune om afholdelse af et dialogværksted samt i øvrigt arbejdet på at dokumentere og generalisere arbejdet, så resultaterne kan få værdi for andre kommuner i samme situation. Den foreliggende rapport er udarbejdet som led i projektet nævnt ovenfor.

Følgende personer har deltaget ved udarbejdelsen af denne rapport:

Morten Smith (M&R)
Susanne Balslev Nielsen (BYG•DTU)
Mikkel Boye Hauger (M&R)
Søren Gabriel (M&R og Hedeselskabet)
Ann Marie Eilersen (M&R)
Morten Elle (BYG•DTU)
Mogens Henze (M&R)
Birgitte Hoffmann (BYG•DTU)
Peter Steen Mikkelsen (M&R)

2 Indledning

Denne rapport omhandler arbejdet med at lave spildevandsplanlægning i det åbne land.

Projektets baggrund

Rapporten er udarbejdet som en del af projektet 'Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser', hvis formål er at udvikle en planlægnings og vurderingsmetode til løsning af spildevandsproblemer i områder uden kloakering i traditionel forstand. Projektet udføres i et samarbejde mellem Miljø & Ressourcer DTU (M&R) og Byg•DTU, Danmarks Tekniske Universitet. Hedeselskabet Miljø og Energi as har anvendt principperne udviklet på DTU i forbindelse med rådgivning af Hillerød kommune, og Hedeselskabet og DTU har samarbejdet om afprøvning af flere elementer i den grundlæggende arbejdsmetode. Projektet bygger derfor delvist på materiale stillet til rådighed af Hedeselskabet. Projektet gennemføres under 'Aktionsplanen for økologisk byfornyelse og spildevandsrensning' under Miljø- og Energiministeriet og By- og Boligministeriet.

Hillerød kommune anvendes som caseområde i rapporten.

Vurderingsmodellens elementer

Den metode, som er under udvikling til planlægning og vurdering af spildevandshåndtering, og som her afprøves i Hillerød kommune, består af følgende elementer der er koblet sammen i en planlægningsproces:

- En stedsanalyse
- Et teknologisk informationsværktøj
- Dialogværktøjer
- Vurderingsmetoder, der bygger på multikriterie-evaluering.

Læsevejledning

I kapitel 2 gennemgås planlægningsprocessen, lovgivningen og økonomien i forbindelse med spildevandsplanlægning i det åbne land.

I kapitel 3 præsenteres den vurderingsmetode der senere anvendes til at vurdere de alternative spildevandsløsninger for det åbne land.

I kapitel 4 gennemføres en generel stedsanalyse for det åbne land med Hillerød kommune som caseområde. Her præsenteres anvendelsen af dialogværkstedet med Hillerød som eksempel.

I kapitel 5 opstilles en bruttoliste over spildevandssystemer i det åbne land. Efterfølgende sker der en opstilling af spildevandsløsninger der er relevante for caseområdet Hillerød kommune. Denne udvælgelse og opstilling udføres tildels med udgangspunkt i stedsanalysen. Der udføres ligeledes en massestrømsanalyse på de opstillede spildevandssystemer der munder ud i en sammenstilling med Miljøstyrelsens renseklasser. Endelig behandles de økonomiske forhold omkring hver enkelt løsning.

I kapitel 6 gennemføres en vurdering af de opstillede løsninger med Hillerød kommune som caseområde.

I kapitel 7 gives en kort sammenfatning af rapportens resultater/konklusioner.

3 Spildevandsplanlægning i det åbne land

3.1 Den nye spildevandsbekendtgørelse

Den nye spildevandsbekendtgørelse (Bek. nr. 501 af 21/6-1999) fra Miljø- og Energiministeriet stiller krav om, at afledning af spildevand fra spredt bebyggelse reguleres, så spildevandsbelastningen af vandløbene reduceres. Det betyder at en stor del af lodsejerne i det åbne land skal have etableret eller ændret deres spildevandssystem, så det lever op til bekendtgørelsens krav.

Ifølge bekendtgørelsen skal kommunalbestyrelsen lave en spildevandsplan der indeholder oplysninger om spildevandshåndteringen i det åbne land og planer for at imødekomme de nye krav.

På landsplan findes der ca. 348.000 ejendomme udenfor de etablerede kloakoplande, hvoraf hovedparten er spredt bebyggelse og sommerhuse (Miljøstyrelsen, 2000). Tabel 2.1 viser fordelingen på forskellige ejendomstyper.

Tabel 2.1: Antal ejendomme og ejendomstype uden for etablerede kloakoplande (Miljøstyrelsen, 2000).

Ejendomstype	Antal ejendomme
Sommerhuse	108.000
Kolonihaver	8.800
Spredt bebyggelse	204.400
Landsbyer	26.000
Andre	800
Alle	348.000

I henhold til (Miljøstyrelsen, 2000) gælder der for mere end 50% af ovennævnte ejendomme skærpede krav til reduktion af organisk stof, fosfor og nitrifikation (omdannelse af ammonium-N).

Etablering af spildevandssystemer til ejendomme uden for de etablerede kloakoplande er en landsdækkende opgave, selvom de fleste ejendomme ligger i det åbne land i de tyndt befolkede områder i Danmark.

Renseklasser

I relation til "Miljøkriteriet" har Miljøstyrelsen (i Bek. nr. 501 af 21/6-1999), indført en inddeling i rensklasser (tabel 3.1), gældende for spildevandsløsninger i det åbne land. Den geografiske inddeling i rensklasser, fremgår af de seneste regionplaner for et givent område. Den afsluttende vurdering på "Miljø" i nærværende case er således udelukkende baseret på disse rensklasser. Ligeledes har opfyldelse af dette kriterie 1. prioritet, således at en given løsning skal leve op til den påkrævede rensklasse for at blive taget i betragtning.

Tabel 3.1: Renseklasser (stofreduktionskrav i %) jfr. Miljøstyrelsens spildevandsbekendtgørelse (Bek. nr. 501 af 21/6-1999). O: Reduktion af organisk stof, P: Reduktion af fosfor, SO: Skærpet krav til reduktion af organisk stof, samt krav til ammoniumreduktion (reduktion af $\text{NH}_4^+\text{-N}$) gennem nitrifikation.

	BOD ₅	Fosfor	Nitrifikation
SOP	95	90	90
SO	95	0	90
OP	90	90	0
O	90	0	0

Det bemærkes at der ved påbud til rensklasse SO og SOP, stilles krav til 90 % nitrifikation (omdannelse af ammonium-N til nitrat-N). Dette betyder at spildevandets indhold af ammonium-N skal reduceres 90 % ved passage af et givent spildevandssystem, inden det udledes til recipienten. Denne reduktion sker ved omdannelse af ammonium-N til nitrat-N, hvorfor der altså ikke stilles krav til egentlig reduktion af total-N. I husholdnings-spildevand er ca. 82% af kvælstoffen (N) på ammonium-form.

3.2 Aktører og ansvarsfordeling

Spildevandsplanlægning er bl.a. kendetegnet ved at være et yderst reguleret område, hvilket skyldes at spildevand potentielt er et stort sundheds- og miljøproblem, samt at håndtering af spildevand historisk set har været vigtig for samfundets udvikling. I det følgende redegøres for rammerne for spildevandsplanlægningen, der fastlægges på mange forskellige administrative niveauer.

Vandmiljøplaner (I og II)

På nationalt niveau er det Vandmiljøplanen I gældende fra 1987 og Vandmiljøplan II gældende fra februar 1998, der har strammet kravene til spildevandsrensning. Den første vandmiljøplan fokuserede primært på regulering af spildevand fra byerne, mens den næste er rettet mod det åbne land.

Vandrammedirektivet

Som noget relativt nyt skal vandkvaliteten i et vandområde reguleres på Europæisk niveau. I EU's vandrammedirektiv (Miljøstyrelsen og Skov- og naturstyrelsen, 2000) fastlægges på fællesskabsplan de overordnede rammer for beskyttelsen af vandløb og søer, overgangsvande, kystvand og grundvand. Vandrammedirektivet skal være gennemført i den nationale lovgivning senest 3 år efter dets ikrafttræden, dvs. ved udgangen af 2003. Vandrammedirektivet vurderes dog til ikke at få betydning i forhold til reguleringen i det åbne land i Danmark.

Regionplaner

De gældende mål for rensning af spildevand og for vandkvaliteten i de vandmiljøer, som spildevandet udledes til fremgår i dag af gældende regionplaner eller regionplantillæg, der udgives af alle amter. Hermed udpeger amterne afstrømningsoplande indenfor hvilke forskellige rensklasser gælder. Amterne har også udarbejdet vandløbsregulativer, for de vandløb hvor amtet er vandmyndighed, med målsætning for vandkvaliteten i vandløbet.

Spildevandsplaner

På kommunalt niveau udarbejdes spildevandsplaner, ud fra amtets målsætninger. Alle kommuner har en spildevandsplan, som løbende revideres og nogle steder er samlet i én samlet rapport, mens den andre steder består af en mængde løsark, der beskriver spildevandsforholdene forskellige steder i kommunen. Desuden omtales mål og strategier for en kommunes spildevandsplanlægning også i kommuneplanen og i en eventuel miljøhandlingsplan. For de kommunale vandløb eksisterer et

vandløbsregulativ, som bl.a. indeholder målsætningen for vandkvaliteten i vandløbene.

Kloakfællesskaber

Håndtering af spildevand i kloakerede områder er organiseret i kloakfællesskaber, der er et fællesskab omkring etablering og drift af kloaksystemer og renseanlæg. Kloakfællesskaberne har en vedtægt, der beskriver tilslutningsregler og evt. afkoblingsregler, ansvarsfordeling m.v. I landkommuner er der ofte flere kloakfællesskaber i samme kommune.

Husejere, der har ejendomme inden for et kloakopland, har sjældent andre muligheder end at blive tilsluttet det centrale system. Lodsejere på landet får i forbindelse med vedtagelsen af Vandmiljøplan II evt. nyt krav til deres spildevandsrensning, og mange står derfor overfor at skulle forbedre eksisterende spildevandsanlæg eller etablere nye løsninger. Når der er flere tekniske løsninger, som kan opfylde kommunens krav, er det husejerne, der beslutter hvilken løsning, der er den bedste for dem. Information om de forskellige alternativer gives typisk af kommunens spildevandsafdeling eller private kloakmestre, men der er også mulighed for at søge viden hos Dansk Teknologisk institut, rådgivende firmaer og informationskontorer.

3.3 Lovgivning

Nedenstående er ikke en udtømmende liste over gældende lovgivning, men de væsentligste love mht. spildevandshåndtering i det åbne land er:

Lovbekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 753 af 25/8-2001, revideret Miljøbeskyttelseslov på baggrund af Lov nr. 373 af 2/6-1999.

Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4. nr. 501 af 12/06-1999.

Bekendtgørelse om typegodkendelse for minirensesanlæg nr. 500 21/06-1999.

Lovbekendtgørelse af lov om betalingsregler for spildevandsanlæg m.v. nr. 923 af 5/12-1997.

Lov om ændring af lov om betalingsregler for spildevandsanlæg m.v., LOV nr. 342 af 17/5-2000.

Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål, nr. 49 af 20/01/2000.

Desuden er der miljølovgivning vedrørende transport og lagring af spildevand, samt håndtering af spildevandsslam og udnyttelse af næringsstoffer.

Bygningsreglementet regulerer også mulighederne for spildevandshåndtering og bør derfor også inddrages i analysen af det konkrete sted (kapitel 4).

3.4 Planlægningsproces i kommunerne

Kommunerne skal udarbejde og vedtage en spildevandsplan, der skal godkendes senest 1½ år efter det pågældende amt har vedtaget en ny regionplan eller et tillæg til en regionplan.

Dansk Afløbs- og Spildevandsforening har udarbejdet en vejledning for spildevandsplanlægning i det åbne land, der beskriver hvilke emner der skal eller kan medtages i en spildevandsplan og som beskriver planlægningsprocessen frem mod vedtagelsen af en plan (DANAS, 2000).

En spildevandsplan skal indeholde information om:

- Planlægningsgrundlag
 - regionplan
 - kommuneplan
 - vandforsyningsplan, hydrogeologiske og geologiske forhold samt eksisterende vandindvindingsanlæg i relevante områder
- Spildevandsforhold, status og plan
 - områder udenfor kloakerede områder, med nedsivning
 - områder udenfor kloakerede områder, med rensning svarende til et bestemt niveau
 - eventuelle fælles private spildevandsanlæg
- Administration
 - påbud om forbedret rensning, enkeltejendomsanlæg
 - tilbud om kontraktligt medlemskab af kloakforsyningen
- Tids- og økonomiplan

Den generelle planproces indebærer:

- Forarbejde vedr. regionplan
- Registrering af ejendommenes afløbsforhold
- Behandling af forslag til og vedtagelse af spildevandsplan

For at realisere spildevandsplanen skal kommunen sikre sig at der er grundlag for at give påbud, at der gives påbud om forbedret rensning, at der gives tilbud om kontraktligt medlemskab af kloakforsyningen samt at der sker en påbudsopfølgning. Evt. medlemskabet af kloakforsyningen har betydning for, hvordan den nødvendige investering finansieres og hvem der fremover er ansvarlig for drift og vedligeholdelse af anlægget.

Spildevandsplanlægning i det åbne land fører i de fleste tilfælde til et tillæg til den eksisterende spildevandsplan. Men det vil sjældent føre til en mere omfattende revision af kommunens spildevandsplan. Proceduren for at udarbejde et tillæg er den samme som for udarbejdelsen af en spildevandsplan generelt.

DANAS' vejledning (DANAS, 2000) beskriver processen frem mod spildevandsplanen uden at inddrage den vurdering, som skal foretages for den enkelte ejendom for at finde ud af hvilken spildevandsløsning som er den bedst i det konkrete tilfælde. Da lodsejerne har det endelige valg mht. hvilken løsning de vælger for at imødekomme spildevandsplanens krav, er det denne planlægnings- og vurderingssituation som er udgangspunkt for denne rapport.

3.5 Spildevandsplanlægning i Hillerød Kommune

Hillerød kommune som eksempel

Hillerød kommune bruges i denne rapport som eksempel på spildevandsplanlægning i det åbne land for at have et konkret udgangspunkt til at demonstrere anvendelsen af vurderingsmetoden. I det følgende beskrives den forløbige planlægningsproces i kommunen.

Planlægning af spildevandshåndtering i det åbne land startede allerede i 1999 selvom Frederiksborg Amt først vedtog et regionplantillæg vedrørende spildevandshåndtering i det åbne land i juni 2000 (Frederiksborg Amt,

2000a). Kommunens tillæg til spildevandsplanen forventes dog først at være færdig, når fristen udløber i december 2001.

Spildevandsafdelingen har registreret afledningsforholdene i kommunen i de ikke-kloakerede områder. Denne registrering viser, at der i Hillerød kommune findes 534 ejendomme i disse områder (Hedeselskabet, 2001). De tekniske muligheder som umiddelbart overvejes er nedsivningsanlæg, minirensningsanlæg eller tilkobling til centralt renseanlæg vha. kloakering med trykledning. Da nedsivningsanlæg er relativt billige, forventes denne løsning anvendt hvor det er muligt. Forvaltningen skønner at der er ca. 400 ejendomme, hvor det er muligt at håndtere spildevandet ved nedsivning.

Finansieringen af spildevandsrensningen er almindeligvis et afgørende punkt mht. hvilke løsninger der vælges, og det er kommunalbestyrelsen der vedtager de lokale afledningsafgifter og herunder finansiering af spildevandshåndtering i det åbne land. Et minirensningsanlæg koster omkring 50.000 kr., hvilket er en stor udgift for den enkelte husejer, der skal afholde udgiften. Alternativt kan kommunalbestyrelsen vælge at tilbyde husejeren medlemskab af kommunens kloakfællesskab og dermed støtte en kollektiv finansiering af spildevandshåndteringen i det åbne land. Kommunalbestyrelsen i Hillerød kommune har valgt at tilbyde alle ejendommene medlemskab af kloakfællesskabet, og ved indmelding i kloakfællesskabet anvendes Miljøstyrelsens standardkontrakt.

Kommunen har pligt til at tilbyde forskellige løsningsforslag i forbindelse med at ejeren pålægges at etablere bedre spildevandshåndtering. I spildevandsafdelingen, som er ansvarlig for udarbejdelse af løsningsforslagene, er der som i landets øvrige kommuner usikkerhed mht. hvilke reelle alternativer der er. I Hillerød har man en relativt progressiv miljøpolitik, og spildevandsafdelingen er opmærksom på nogle af de mere alternative teknologier som pileanlæg, urinseparering m.v. men der er stor usikkerhed om, hvor gode disse løsninger er, og hvordan de evt. kunne realiseres i Hillerød Kommune. "Vi ved hvordan vi skal drive en pumpe, vi ved måske også hvordan vi driver et minirensningsanlæg, men vi har ikke forstand på pileanlæg og den slags og så bliver vi usikre." (Sulsbrück, 1999). Som i mange andre kommuner er situationen den, at ganske få borgere er meget engagerede i særligt miljøvenlige spildevandsløsninger, hvorfor der også efterlyses løsninger til én-families husstande, som ikke er topmotiverede til brug af særlige alternative løsninger.

Hillerød Kommune afholdte som led i udarbejdelsen af deres tillæg til spildevandsplanen et dialogværksted om spildevandsplanlægning i det åbne land. Mødet blev holdt den 5. september 2000 i samarbejde mellem DTU og Hedeselskabet. Formålet med mødet var at skabe en dialog mellem kommunens politikere og beboerne i det åbne land om beboernes præferencer og vurderinger af forskellige spildevandsløsninger. Spildevandsplanen blev vedtaget i byrådet oktober 2001. Ifølge forslaget vil de første lodsejere i det åbne land få påbud om spildevandsrensning i 2001 og forbedringerne skal være etableret i 2002. De sidste påbud bliver sendt ud i 2005. Kommunen udsender et brev til samtlige lodsejere, der oplyser hvornår de kan forvente at få påbud om spildevandsrensning og kommunen beder i form af et spørgeskema om en tilkendegivelse af om lodsejeren forventer at foretrække en privat eller en kommunal løsning. Denne tilkendegivelse er ikke bindende og formålet med den er at få et overslag for de økonomiske konsekvenser for kloakfonden.

De lodsejere som vælger en kommunal løsning vil sandsynligvis få enten et nedsivningsanlæg evt. kombineret med pileanlæg, en trykledning som

opkobling på et renseanlæg eller et minirensanlæg. Som udgangspunkt er nedsivningsanlæggene billigst, derefter kommer en trykledning og dyrest er et minirensanlæg.

3.6 Bæredygtig spildevandsplanlægning

Udgangspunktet for dette projekt, er at spildevandsplanlægning skal være bæredygtig både i miljømæssig, social og økonomisk forstand. På det generelle og ikke stedsafhængige niveau er der forskellige udfordringer, som spildevandsplanlægningen står over for.

De miljømæssige udfordringer består i:

- At reducere spildevandsmængderne (reducere vandforbrug, reducere indsivning i kloakledninger og reducere mængden af regnvand i behandlingssystemet).
- At reducere energiforbruget (især på renseanlæg og pumpestationer)
- At sikre, at slam kan udnyttes på landbrugsjord (undgå miljøfremmede stoffer)
- At skabe kredsløb (i form af recirkulering af organisk stof, kvælstof, fosfor og vand)
- At bidrage til grundvandsdannelse (nedsivning af regnvand, gråvand og evt. spildevand).

De samfundsmæssige udfordringer består i:

- At motivere til en bæredygtig tilgang til spildevand og herunder til nye spildevandssystemer (beboere, kommune, amt, nationalt og internationalt)
- At skabe lokal dialog om spildevand og handlekompetence til at bruge og vedligeholde systemerne korrekt (lokalt, kommunalt, amtsligt)

De økonomiske udfordringer består i:

- At skabe klarhed over økonomiske konsekvenser ved valg af forskellige løsninger.
- At gøre det økonomisk fordelagtigt at vælge de løsninger, som er mest miljøvenlige på lang sigt.

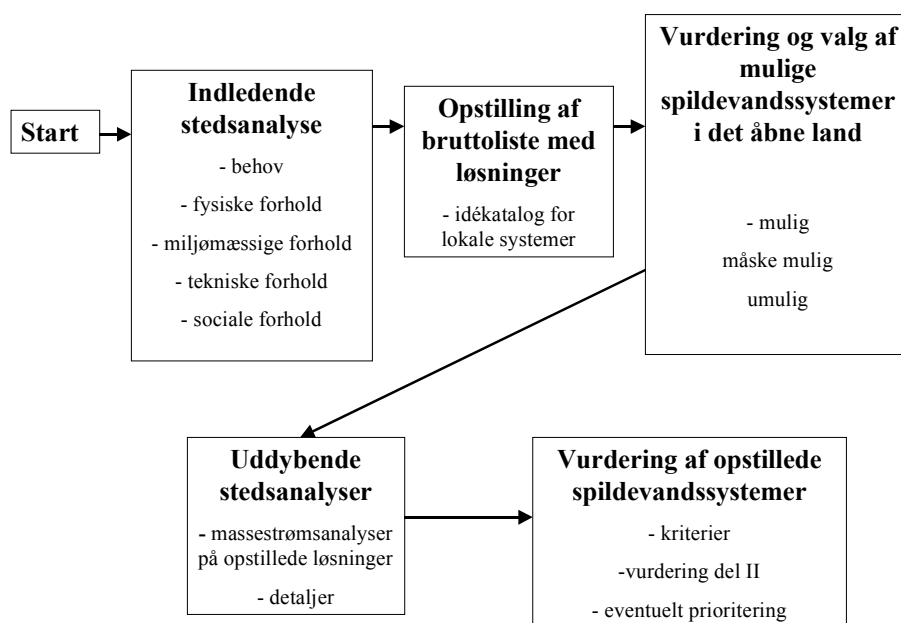
Hvilke lokale krav der stilles til bæredygtighed udover de lovmæssige rensekrav varierer afhængig af den lokale bæredygtighedspolitik. Men for at sikre at flere vurderingskriterier eksplicit kan indgå i valget af en spildevandsløsning, er der behov for at udvikle nye planlægningsprocedurer i forhold til nuværende praksis. Dette forskningsprojekt bidrager med en systematik til at indsamle viden om den konkrete planlægningssituation og til at anvende denne viden i en vurdering af forskellige tekniske muligheder for håndtering af spildevand. Vurderingsmetoden præsenteres i sin helhed i det efterfølgende afsnit.

4 Arbejdsmetode

Vurderingen af, hvad der er en bæredygtig spildevandsløsning i et konkret område, er relateret til de mål og administrative rammer, der er for spildevandsplanlægning i det pågældende område.

4.1 Planlægning og vurdering

Den arbejdsmetode, som er anvendt i nærværende projekt, kan illustreres gennem følgende figur:



Start

Ved start har man et projektformål (finde løsning på spildevandshåndtering) og et sted (*ejendom i det åbne land*). I nærværende case, tages der udgangspunkt i et delområde (beskrives senere) af *det åbne land i Hillerød kommune*.

Den indledende stedsanalyse

Her laves en indledende analyse af den konkrete problemstilling, der groft fastlægger det aktuelle behov samt fysiske, miljømæssige, tekniske og sociale betingelser for spildevandshåndteringen. Den indledende stedsanalyse udføres med udgangspunkt i en tjekliste udarbejdet af DTU.

Opstilling af bruttoliste

Her opstilles en bruttoliste, der skitserer en bred vifte af lokale systemer til håndtering af spildevand. Denne bruttoliste er bl.a. baseret på det teknologikatalog der er under udarbejdelse i projektet 'Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser'.

Vurdering og opstilling af løsninger

Resultaterne fra den indledende stedsanalyse anvendes til at vurdere, hvilke af de opstillede løsninger i bruttolisten, der er mest relevante i relation til den pågældende lokalitet, *det åbne land i Hillerød kommune*.

Hermed fremkommer en reduceret bruttoliste.

Hver løsning vurderes mht. om den er:

- *mulig* (ingen uoverensstemmelser mellem sted og løsningens betingelser).
- *måske mulig* (ingen principielle uoverensstemmelser men enkelte uafklarede punkter som f.eks. afsætningsmuligheder for urin).
- *ikke mulig* (alvorlige uoverensstemmelser mellem sted og løsningens betingelser, f.eks. nedsivning af spildevand i ikke nedsivningsegnet undergrund).

På baggrund af vurderingen, udvælges der et antal løsninger, som det er fornuftigt at arbejde videre med.

Uddybende stedsanalyser

Efter den første indledende stedsanalyse kan der efter behov udføres uddybende stedsanalyser, hvor der indsamles yderligere data og foretages beregninger til vurdering af de udvalgte løsninger. Denne fase kan rumme både en kvantitativ (massebalancer) og en kvalitativ (eks. aktørbaserede elementer) analyse. Når vi opfordrer til at udføre stedsanalysen ad flere omgange med et stigende omfang og detaljeringsgrad er det for at undgå at der foretages en mere omfattende stedsanalyse end højst nødvendigt.

Vurdering (trin II) af opstillede spildevandssystemer

I denne fase bruges beregninger og informationer fra de uddybende stedsanalyser til at lave en vurdering og prioritering af de opstillede løsninger. Løsningerne vurderes til sidst kvalitativt på en række forskellige kriterier.

Valg af løsning

Endelig træffes der et valg af løsning, hvilket sker på baggrund af den gennemførte analyse.

4.2 Vurderingskriterier

Den sammenfattende vurdering, også kaldet multikriterieanalysen, bliver udført på 8 vurderingskriterier, der beskrives kortfattet nedenfor:

Ressourceforbrug og miljøbelastning (Miljø) - i anlæg, drift og bortskaffelse, potentiale for genanvendelse, transportbehov samt lokale og globale miljøeffekter herunder emissioner.

Hygiejne og sikkerhed (Hygiejne) - hygiejneforhold lokalt, sikkerhed ved brug og drift.

Drift og vedligeholdelse (Drift) - driftssikkerhed og behov for menneskelige ressourcer (økonomiske og tidsmæssige krav til drift, vedligeholdelse, uddannelse af brugere og driftspersonale).

Brug og renholdning (Brug) - komfort, varme, lugt, støj, enkelthed i brug og rengøring.

Økonomi - investeringskrav, drift, rentabilitet, omkostningseffektivitet - mest miljø for pengene.

Selvforvaltning - lokal recirkulering, deltagelse, forståelse og indflydelse på beslutninger, anlæg og drift.

Robusthed - fleksibilitet i forhold til ændringer i krav, lovgivning og produktion af spildevand.

Demonstrationsværdi - afprøvning og fremvisning af alternative teknologier for at udbrede kendskabet til disse.

Opstillingen af kriterier i nærværende case studie er sket ud fra et krav om helhedsorientering. Således bør vurderingsmodellen kunne håndtere såvel tekniske, miljømæssige som samfundsmæssige aspekter. Ved at indbygge et bredt sæt af kriterier sikres, at grundlaget for diskussioner og beslutninger vedrørende valg af spildevandssystem bliver synligt, og at relevante aktører inddrages.

Da vurderingsværktøjet inddrager det lokale sted som udgangspunkt for vurderingerne om bæredygtighed vil prioriteringen af kriterierne være forskellige fra sag til sag. Ikke alle kriterier er imidlertid til diskussion - nogle kriterier bør ligge fast i beregningsværktøjerne. Det gælder for eksempel minimumskrav til miljøbelastning og hygiejne.

5 Stedsanalyse og dialogværksted

5.1 Introduktion til stedsanalysen

I henhold til den skitserede vurderingsmetode skal der i enhver planlægningsproces for spildevandshåndtering i det åbne land, tages udgangspunkt i en detaljeret analyse af stedet - en stedsanalyse. Denne stedsanalyse skal tilvejebringe den information og viden om det pågældende sted, der skal indgå i evaluering af alternativerne. Stedsanalysen udgør en vigtig del af den lokale planlægningsproces og dialogen mellem de lokale aktører.

En stedsanalyse vil normalt foregå ad flere omgange. En indledende analyse, hvor eksisterende viden samles for at kunne opstille og udvælge relevante løsninger. Der henvises til (Nielsen et al., 2001), hvor der er udarbejdet en vejledning i udførelse af en stedsanalyse i forbindelse med spildevandshåndtering i det åbne land.

Udførelsen af stedsanalysen beror på en systematisk gennemgang af elementerne i følgende tjekliste. Det skal her bemærkes at der er tale om en overordnet vejledning, og at der i den enkelte case/situation kan være specifikke forhold, der betinger at man koncentrerer sin analyse om et udvalg af punkterne eller supplerer med andre punkter.

Tjekliste for stedsanalysen

Fysiske forhold:

- Areal, bebyggelsestype, topografi m.v.
- Jordbunds- og grundvandsforhold
- Landskabs- og naturværdier
- Brug og vedligeholdelse af udearealer og naturområder

Miljømæssige forhold:

- Mængde og sammensætning af spildevand
- Recipienter
- Hygiejniske forhold
- Arealer til genanvendelse af slam og næringsstoffer
- Krav til miljøforbedring ved nye anlæg

Spildevandstekniske forhold:

- Eksisterende anlæg
- Tekniske rammer for nyanlæg

Relationer til anden infrastruktur:

- Slamhåndtering
- Affaldshåndtering
- Energiforsyning
- Vandforsyning

Økonomiske forhold:

- Finansiering
- Drift og vedligeholdelse

Institutionelle elementer:

- Lovgivning
- Planer og forvaltning
- Godkendelse og tilsyn

Aktørbaserede elementer:

- Brugerne
- Andre aktører
- Viden og organisering

Overordnede målsætninger:

Miljøpolitik
Agenda 21

Ved at gennemføre den indledende stedsanalyse, opnås et grundlæggende kendskab til selve lokaliteten som danner grundlag for udvælgelse og opstilling af mulige spildevandssystemer for den pågældende lokalitet. Hvis der er tilfælde af præferencer for en udvalgt teknologi (f.eks. nedsivningsanlæg eller kloakering ved trykledning) er det også muligt at udnytte et kendskab til teknologien til at finde de områder af stedsanalysen som i så fald er relevante at undersøge. Stedsanalysen kan gennemføres i flere trin, hvis der er behov herfor. Eksempelvis kan der for en bestemt teknologi være påkrævet yderligere informationer om bestemte forhold og man må således via et trin II indhente disse informationer. Det vil altid være en afvejning af hvor detaljeret et beslutningsgrundlag man ønsker for den senere udvælgelse af en optimal løsning.

Den indledende stedsanalyse kan udbygges med flere informationer afhængig af de lokale krav til beslutningsgrundlaget og planlægningsprocessen.

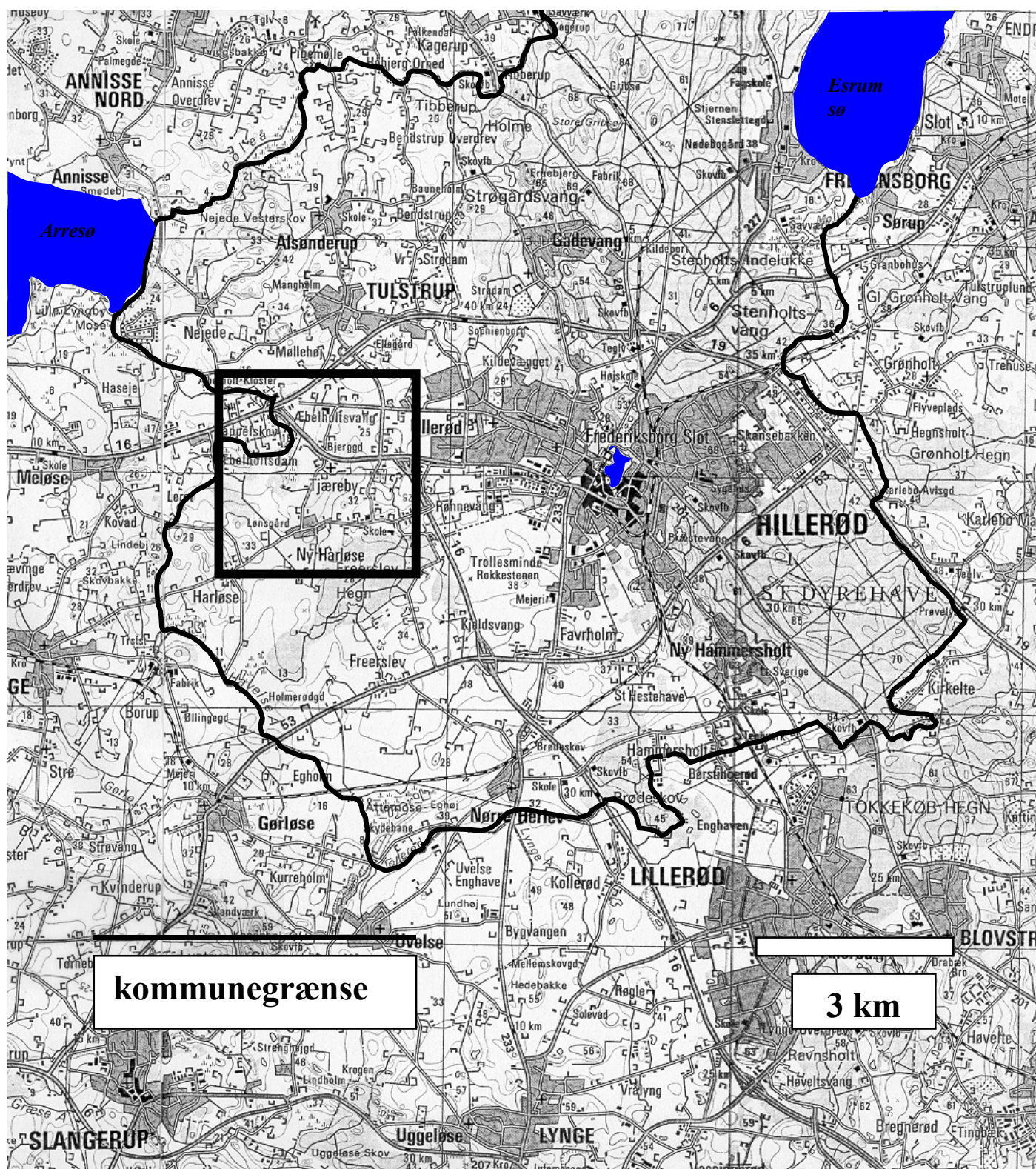
5.2 Stedsanalyse for delområde i Hillerød kommune

I dette kapitel udføres en stedsanalyse af et delområde i Hillerød kommune. Stedsanalysen anvendes som grundlag for vurdering af spildevandsløsninger i kapitel 6.

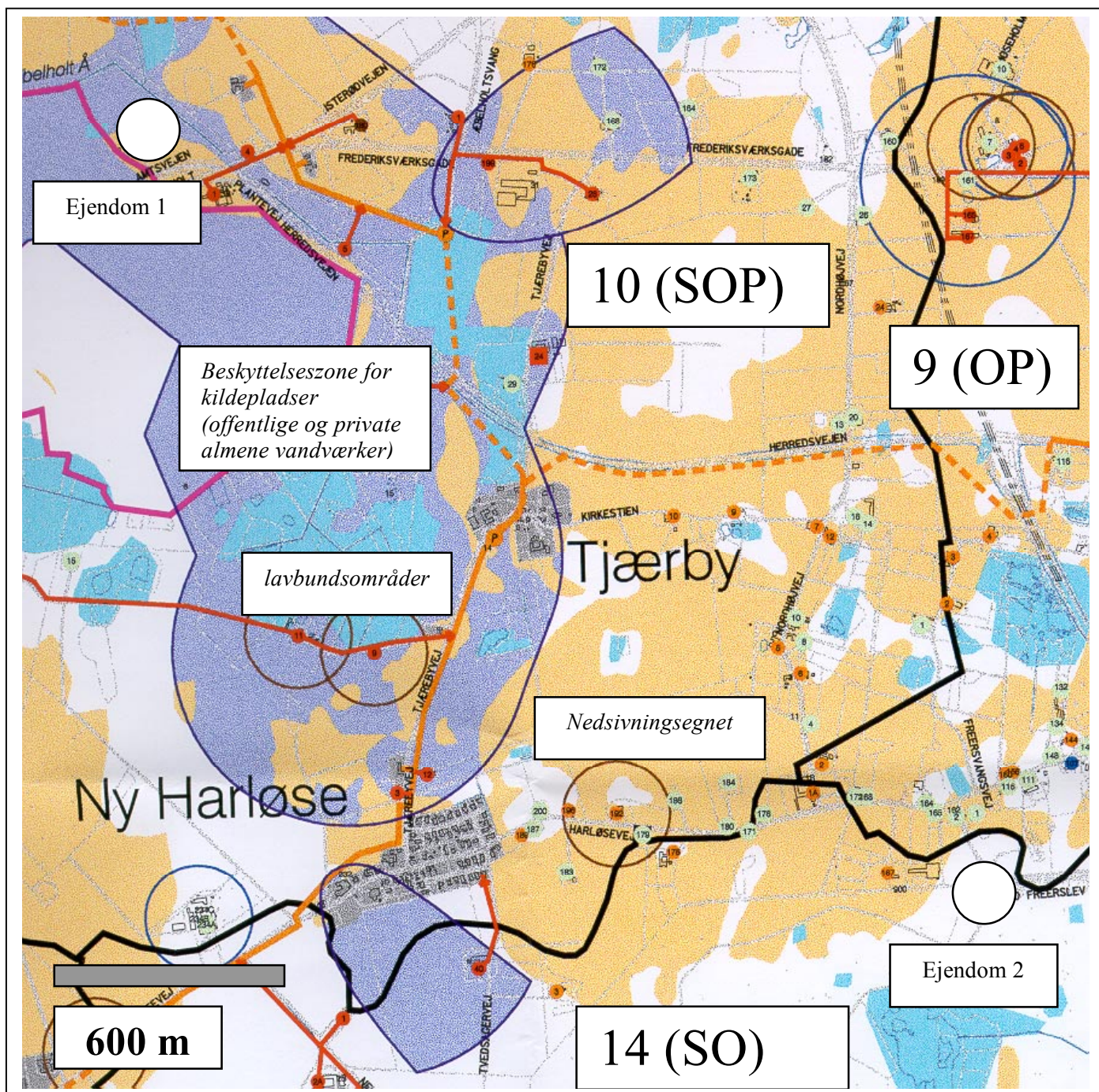
I forbindelse med udarbejdelsen af forslag til tillæg til kommunens spildevandsplan (Hedeselskabet, 2001), er de tilgængelige informationer omkring ejendommene i det åbne land blevet mere detaljerede og fyldestgørende. Således foreligger der nu en registrering af afløbsforholdene fra samtlige ejendomme i det åbne land i Hillerød kommune, ialt 534 ejendomme.

Der er udpeget et delområde (jfr. figur 4.1) og to ejendomme (jfr. figur 4.2), der i det følgende bruges som eksempel på en vurdering af spildevandsløsninger for ejendomme i det åbne land. Delområdet er valgt fordi det repræsenterer et område, hvor der lovgivningsmæssigt stilles forskellige krav til spildevandshåndteringen og fordi der findes relativt mange ejendomme i dette landområde. Hertil kommer at området ligger i en del af det åbne land i Hillerød kommune, der i regionplanen har højeste prioritet (Frederiksborg Amt, 2000a). Dvs. spildevandsbelastningen fra ejendommene i disse oplande skal hurtigst muligt reduceres. Ejendommene er valgt vilkårligt blandt de ejendomme der findes i delområdet.

Til den del af stedsanalysen som vedrører beboernes præferencer antages det at dialogværkstedet (se Bilag 1) kan bruges som kilde. Det skal dog understreges at det ikke er de faktiske beboeres præferencer som gengives her.



Figur 4.1: Kort over Hillerød kommune med markering af kommunegrænsen. Det behandlede delområde er markeret med en firkant.



Kilde: Hedeselskabet, 2001

Signaturforklaring:

Kortet er et udsnit, taget fra "Skitseprojekt for etablering af offentlig kloakforsyning i det åbne land i Hillerød kommune" (Hedeselskabet, 2001). Kortet repræsenterer det udsnit af det åbne land i Hillerød kommune, der ligger til grund for gennemførelsen af stedsanalysen i nærværende projekt. Ligeledes er placeringen af de to ejendomme markeret.

- | | |
|--|--|
| | - eksisterende hovedspildevandsledning, tryk |
| | - eksisterende hovedspildevandsledning, gravitation |
| | - oplandsgrænser |
| Blå cirkler (store) | - 300 meter zoner (private vandindvindinger) |
| Blå cirkler (små) | - 150 meter zoner (andre anvendelser, borer i brug) |
| Brune cirkler (små) | - 150 meter zoner (andre anvendelser, borer ikke i brug) |
| Tallene foran renseklasserne, angiver afstrømningsoplandets nummer i regionplanen. | |

Gråskraverede områder er kloakerede områder, sandfarvede områder er nedsivningsegne områder, blå-lilla områder er beskyttelseszoner for kildepladser og lyseblå områder er lavbundsområder (f.eks. moser).

Figur 4.2: Kort over det udvalgte delområde med markering af de 2 enkeltejendomme på hvilke der gennemføres en stedsanalyse. Kortet indeholder bl.a. oplysninger om jordbundsforhold.

5.2.1 Fysiske forhold

Areal, bebyggelsestype, topografi m.v.

Det er nødvendigt med et indtryk af det fysiske sted (beliggenhed, bebyggelsestype og placering af anlæg), når løsningsmulighederne i sidste ende skal vurderes. Herunder har områdets topografi betydning for afledningsmulighederne (gravitation eller tryk).

Området: Det udvalgte område dækker et areal på ca. 900 ha (3x3 km). Området er beliggende vest for Hillerød by og grænser op til bygrænsen mod øst og kommunegrænsen mod vest. Der findes flere mindre landsbyer i området (Ny Harløse og Tjærby), men ellers er der tale om spredt bebyggelse i det åbne land. Topografien i området er kendetegnet ved letkuperet terræn (16-43 m.o.h). Der ligger ca. 90 ejendomme i dette delområde af det åbne land i Hillerød kommune. Der er udvalgt 2 ejendomme for gennemførelse af en detaljeret stedsanalyse, som indikeret på figur 4.2.

Ejendom 1: Landbrugsejendom på ca. 15 ha med helårsbeboelse (2 personer ud fra tilgængelige ejendomsoplysninger i kommunen). Ejendommen er beliggende i minimalt kuperet terræn, 16-18 m.o.h.

Ejendom 2: Ejendom på 10 ha med helårsbeboelse (5 personer). Ejendommen er beliggende i let kuperet terræn, 32-43 m.o.h.

Jordbunds- og grundvandsforhold

Jordbundsforholdene på lokaliteten har betydning for mulighederne for nedsivning. Eksempelvis er det ikke muligt at nedsive i et område, hvor der ligger et fedt lerlag lige under jordoverfladen. Jordbundsforholdene kan også bruges til at vurdere eventuelle risici for forurening af grundvandet ved nedsivning. Grundvandsforholdene (herunder vandindvindingsinteresser) i området skal beskrives for at kunne vurdere om det er forsvarligt at nedsive i området.

I henhold til (Bek. nr. 501 af 21 juni 1999) skal nedsivningsanlæg placeres minimum 300 meter fra vandindvindingsanlæg, hvortil der stilles krav om drikkevandskvalitet. Hvis der ikke stilles krav til drikkevandskvalitet er afstandskravet mindst 150 meter.

Hvis det pågældende vandindvindingsanlæg forsyner eller skal forsyne færre end 10 ejendomme, kan sikkerhedsdistancen nedsættes til 75 meter under forudsætning af, at de hydrogeologiske forhold sandsynliggør at nedsivningen vil kunne ske uden risiko for forurening af vandindvindingsanlægget.

Afstanden til vandløb, søer og havet skal være minimum 25 meter. Hertil kommer at den vertikale afstand til grundvandsspejlet skal være minimum 1 meter, i henhold til (Miljøstyrelsen, 1999b).

Området: Området er placeret i en del af det åbne land i Hillerød kommune, hvor der overvejende findes nedsivningsegnede undergrund (jfr. jfr. 4.2). Denne vurdering er foretaget på baggrund af jordbundskort fra GEUS. Der frarådes dog nedsivning i den sydlige del af området. Som det fremgår af figur 4.2, findes der ligeledes kildepladser for vandindvinding i området for såvel offentlige som private almene vandværker. Hertil kommer et antal private vandindvindinger m. 300 m beskyttelseszone og et antal borer m. 150 m beskyttelseszoner. I forhold til den generelle beskyttelse af grundvandsinteressen i disse områder, må der ikke nedsives indenfor disse zoner, også selvom de geologiske forhold skulle muliggøre det.

Ejendom 1: Der findes nedsivningseget undergrund under ejendommen, men ejendommen er samtidig placeret indenfor en beskyttelseszone (kildeplads for offentlige og almene private vandværker). Derfor må der ikke nedsives på ejendommen.

Ejendom 2: Ejendommen er beliggende på ikke nedsivningseget undergrund. Der er ingen beskyttelseszoner for vandindvindinger i umiddelbar nærhed af ejendommen.

Landskabs- og naturværdier De nærliggende recipienter har betydning for de krav, der vil blive stillet til spildevandsrensningen indenfor de respektive afstrømningsoplande. Landskabet og de stedlige naturværdier har betydning for muligheden for lokal udnyttelse af de tilgængelige næringsstoffer i spildevand og slam.

Området: De nærliggende recipienter er Æbelholt Å, Pøle Å (Arresø) og Freerslevhegn grøft / Havelse Å. Både Æbelholt Å og Havelse Å er prioriterede i Frederiksborg Amts tillæg til regionplanen (Frederiksborg Amt, 2000a), og afstrømningsoplandene er derfor højt prioriteret fra amtets side.

Beskrivelse af de nærliggende recipienter;

Æbelholt Å udleder til Arresø:

Et mindre vandløb med ringe vandføring (under 10-15 l/s). Der stilles derfor krav til skærpet rensning for ammonium-N. Åen udmunder i Arresø, hvorfor der ligeledes er krav til fosforfjernelse fra ejendommene i det åbne land. Recipienten er i regionplanen målsat med en generel målsætning.

Pøle Å udleder til Arresø:

Et større vandløb med god vandføring (over 10-15 l/s), hvorfor der ikke stilles skærpede krav til fjernelse af ammonium-N. Derimod udmunder åen i Arresø, hvorfor der er krav til fosforfjernelse fra ejendommene i det åbne land. Recipienten er i regionplanen målsat med en generel målsætning.

Havelse Å udleder til Roskilde fjord:

Et mindre vandløb med ringe vandføring (under 10-15 l/s). Der stilles derfor krav til skærpet rensning for ammonium-N. Åen munder ud i Roskilde Fjord (marin recipient), hvorfor der ikke stilles krav til fosforfjernelse fra ejendommene i afstrømningsoplandet. Recipienten er i regionplanen målsat med en generel målsætning.

Ejendom 1: Ejendommen er placeret i et højt prioriteret afstrømningsopland (jfr. **10** på figur 4.2) af Hillerød kommune fordi recipientmålsætningen ikke er opfyldt. Den nærliggende recipient Æbelholt Å, løber i en afstand af ca. 150 meter fra ejendommen.

Ejendommen er placeret i et område, hvor der i regionplanerne betegnes at være "meget værdifulde landskaber" og dermed bevaringsværdige.

Ejendom 2: Ejendommen er ligeledes placeret i et højt prioriteret afstrømningsopland (jfr. **14** på figur 4.2). Den nærliggende recipient er Havelse Å. Ejendommen afleder indirekte til Havelse Å gennem Freerslevhegn Grøft.

Ejendommen er placeret i et område, hvor der i regionplanerne betegnes at være "meget værdifulde landskaber" og dermed bevaringsværdige.

Brug og vedligeholdelse af udearealer og naturområder Den aktuelle brug og vedligeholdelse af udearealer og naturværdier har betydning for den lokale interesse for udnyttelse af næringsstoffer i spildevand og slam. Hvis de nærliggende områder anvendes af mange udefrakommende, vil dette være en barriere for at udbringe slam på arealerne. Vedligeholdelseskravene til særlige typer udearealer, eks. golfbaner, kan ligeledes være en barriere for at udbringe spildevand og slam på arealerne.

Området: Arealerne i området er primært udlagt til landbrug. En mindre del af området (primært det sydøstlige hjørne) er i henhold til den seneste regionplan udlagt som beskyttelseszone (både skov og landzone). Ellers gælder der ikke særlige vedligeholdelseskrav i det udpegede område.

Ejendom 1: Ejendommen anvendes til landbrug.

Ejendom 2: Ejendommen ligger i udkanten (nordlige del) af et større skovområde (Freerslev Hegn). Ejendommen anvendes til landbrug.

5.2.2 Miljømæssige forhold

Mængde og sammensætning af spildevand

Det er vigtigt at afklare disse forhold, eftersom mængden og sammensætningen af spildevandet kan have en vis betydning for hvilke typer af anlæg der kan anvendes på lokaliteten. Ligeledes er sådanne opgørelser væsentlige i forhold til en vurdering af miljøbelastningen af recipienten.

Området: Det antages på nuværende tidspunkt i stedsanalysen, at der bor ialt 300 personer (ca. 3 personer pr. ejendom) i området. Indbyggerne i området antages at have en samlet produktion af spildevand på ca. 16500 m³/år (ved 150 l/(p·d)). Ejendommene udleder samlet, uden forudgående rensning, 300 kg P/år, 1257 kg N (som ammonium-N) og 6570 kg BOD₅ (jfr. bilag 2)¹.

Ejendom 1: Der bor 2 personer i ejendommen, der samlet har en spildevandsproduktion på ca. 110 m³ om året. Ejendommen udleder, uden forudgående rensning, 2 kg P, 8,4 kg N og 44 kg BOD₅ til recipienten.

Ejendom 2: Der bor 5 personer i ejendommen, der samlet har en spildevandsproduktion på ca. 275 m³ om året. Ejendommen udleder, uden forudgående rensning, 5 kg P, 21 kg N samt 110 kg BOD₅ til recipienten.

¹Fordelelingen på urin, fæces, vaskemidler og resterende gråt spildevand, fremgår af Bilag 2.

Recipenter

Målsætningerne for recipienterne (jfr. *landskabs- og naturværdier*) har direkte betydning for hvilket krav, der stilles til rensning i afstrømningsoplandet, og dermed hvilke løsninger der kan godkendes for området.

Området: Amtet har i deres tillæg til regionplanen fastsat en række deloplande indenfor hvilke der kræves rensning til en bestemt rensklasse. Disse rensklasser er fastsat på en sådan måde at recipientmålsætningen forventes opfyldt hvis de overholdes. Inddelingen i rensklasser i Hillerød kommune fremgår af (Frederiksborg Amt, 2000a). For det udpegede delområde kræves der rensning til 3 rensklasser, nemlig SO, OP og SOP (jfr. Figur 4.2). De anvendte rensklasser er defineret som illustreret ved tabel 3.1.

Ejendom 1: Beliggende i et højtprioriteret afstrømningsopland med krav til skrappeste rensklasse SOP (jfr. tabel 3.1).

Ejendom 2: Beliggende i et højtprioriteret afstrømningsopland med krav til rensklasse SO (jfr. tabel 3.1).

Hygiejniske forhold

Det er væsentlig at beskrive de hygiejniske forhold omkring spildevandshåndteringen på lokaliteten, eftersom spildevandet indeholder smittestoffer, der udgør en sundhedsmæssig risiko for personer der kommer direkte i kontakt med spildevandet.

Området: Det vurderes at den eksisterende håndtering af spildevand i dette delområde af det åbne land i Hillerød kommune ikke er præget af komplikationer relateret til hygiejnespørgsmål. Det er Hillerød kommune, som skal godkende og føre tilsyn med anlæggene. Embedslægen kan inddrages i særlige tilfælde.

Ejendom 1: Der afledes til bundfældningstank og sivedræn, hvilket ikke medfører hygiejniske problemer. Overbelastning af anlægget kan medføre opstuvning og afstrømning fra overfladen, hvilket vil udgøre et hygiejnisk problem. Ejendommen er underlagt den kommunale godkendelses- og tilsynsordning¹.

Ejendom 2: Bundfældningstanken blev konstateret fuld ved sidste tilsyn, hvilket er uhensigtsmæssigt. Opstuvning i tanken vil medføre tilstopning af evt. dræn med suspenderet stof. Efterfølgende vil dette give overløb fra tanken. Et sådant overløb vil medføre betydelige hygiejniske risici for ejendommens beboere. Tømningsordningen for området bør være mere effektiv. Ejendommen er underlagt den kommunale godkendelses- og tilsynsordning¹.

¹jfr. registreringsrapporter fra Hillerød kommune (Hedeselskabet, 2001).

Arealer til genanvendelse af slam og næringsstoffer

En eventuel genanvendelse af slam eller næringsstoffer, forudsætter at der er mulighed for afsætning lokalt, dvs. arealer til rådighed. Et sådant areal kunne godt ligge udenfor det undersøgte område, men man skal her være opmærksom på omkostningerne (både miljømæssigt og økonomisk) ved transporten.

Området: Området er primært udlagt til landbrug, hvilket muliggør en lokal genanvendelse af slam eller næringsstoffer.

Ejendom 1: Det ville være muligt at genanvende slam og næringsstoffer på denne landejendom. Dog skal retningslinierne i (Bek. nr. 49 af 20/1-2000) for anvendelse af affaldsprodukter (herunder slam) til jordbrugsformål følges.

Ejendom 2: som for ejendom 1.

Krav til miljøforbedring ved nye anlæg

At definere hvilke krav et nyanlæg skal leve op til er afgørende for valg af løsning. Hvis der er krav til eks. energiforbrug og vandforbrug i området, skal disse tilgodeses. Kravene til selve rensningen (dvs. de miljømæssige reduktionskrav) fremgår af kravene til recipienten som allerede er behandlet.

Området: Det vurderes, at der i området ikke stilles specifikke krav til en løsnings energi- og vandforbrug. Der stilles krav om renseklasserne SO, OP og SOP.

Ejendom 1: Der vil ikke blive stillet specifikke krav til en løsnings energi- og vandforbrug. Der stilles krav om renseklasse SOP, jfr. *recipienter*.

Ejendom 2: Der vil ikke blive stillet specifikke krav til en løsnings energi- og vandforbrug. Der stilles krav om renseklasse SO, jfr. *recipienter*.

5.2.3 Spildevandstekniske forhold

Eksisterende anlæg

Det er væsentligt at klarlægge de tekniske forhold omkring de eksisterende anlæg på lokaliteten. Dette gøres for at undersøge, om anlægget lever op til rensekravene i det pågældende afstrømningsopland, men også for at undersøge muligheder og behov for udbygning og renovering.

Området: Der findes ca. 90 anlæg i området for håndtering af spildevandet fra ejendommene. Der er overvejende tale om nedsivningsanlæg, nogle mere velfungerende end andre.

Ejendom 1: Spildevandet fra ejendommen (toilet, bad, håndvaske, tøjvask og køkken) afledes til en bundfældningstank (m. 2 kamre) med et totalt volumen på 1 m³ (diameter = 0,8 m og en dybde på 2 m)¹. I henhold til (Miljøstyrelsen, 1999b) bør en sådan bundfældningstank have et totalvolumen på 2 m³ (anlæg til 1-5 personer). Afløbet fra bundfældningstanken ledes til et nedsivningsanlæg med sivedræn der

opfylder gældende krav. Anlægget er afløbsfrit i relation til recipienten. Regnvand ledes direkte til jorden. Anlægget opfylder kravet til rensekasse SOP, gældende for afstrømningsoplandet 10, men grundejeren skal alligevel modtage påbud om forbedret rensning (pga. placeringen indenfor en kildepladszone).

Ejendom 2: Spildevandet fra ejendommen (toilet og bad) afledes til en bundfældningstank (m. 1 kammer) med et totalt volumen på 2 m³ (diameter = 1,0 m og en dybde på 2,5 m)¹. Det formodes, at bundfældningstanken afleder vandet til et mindre sumpområde i skoven ved Freerslev Hegn - Freerslevhegn grøft (jfr. "miljømæssige forhold"). Ved seneste tilsyn på ejendommen var bundfældningstanken fuld. Anlægget opfylder ikke amtets/kommunens krav til rensekasse SO, gældende for afstrømningsoplandet 14 og skal derfor modtage påbud om forbedret rensning.

¹jfr. registreringsrapporter fra Hillerød kommune (Hedeselskabet, 2001).

Tekniske rammer for nyanlæg

Forholdene omkring de tekniske rammer for nyanlæg skal vurderes, eftersom arealer og rum kan være en afgørende faktor for, hvilke løsninger der konkret er mulige. Ligeledes kan det være væsentligt at forholde sig til tætbeliggende ejendomme og mulighederne for at koble sig på en kommunal spildevandsledning (ved et tryksat system).

Området: En hovedspildevandsledning (både ved gravitation og tryk), gennemskærer området ind til Hillerød centralrenseanlæg (jfr. Figur 4.2). Mange ejendomme i området ligger inde for en radius af 500 meter fra denne ledning. Ved lokale løsninger vurderes det, at der generelt er tilstrækkelig med plads til rådighed for nyanlæg.

Ejendom 1: Det vurderes, at der er tilstrækkelig med plads på grunden for en eventuel udbygning af eksisterende anlæg eller anlæg af nyt spildevandssystem. Der kræves ikke anlæg af nyt tilløbssystem på ejendommen, dog ny bundfældningstank pga. underdimensionering af den eksisterende. Der er ca. 450 meter til hovedspildevandsledning for afledning til Hillerød centralrenseanlæg. Der findes ejendomme m. lignende afløbsforhold i nærheden (150-200 m), der ligeledes skal etablere en forbedret rensning af deres spildevand. Det kunne derfor være en mulighed at etablere en tryksat ledning til disse ejendomme.

Ejendom 2: Det vurderes at der er tilstrækkelig med plads på grunden for en påkrævet udbygning af eksisterende anlæg eller anlæg af nyt spildevandssystem. Der er minimum 800 meter til kloakerede områder.

5.2.4 Relation til anden infrastruktur

Slamhåndtering

Den nuværende slamhåndtering beskrives for at kunne vurdere miljøbelastning og økonomi for systemer der vil benytte den nuværende slamhåndteringsordning. Desuden identificeres relevante aktører.

Område: Slam fra områdets bundfældningstanke o.lign. køres i tankvogne til Hillerød centralrenseanlæg. Slam fra renseanlægget brændes enten på Vestforbrændingen I/S i Glostrup sammen med andet affald. Forbrændingen indgår i produktion af el og varme.

Ejendom 1: Slam fra ejendommens bundfældningstank hentes af privat vognmand og transporteres til Hillerød centralrenseanlæg.

Ejendom 2: som for ejendom 1.

Affaldshåndtering

Affaldshåndteringen beskrives mht. håndtering af organisk affald af hensyn til miljømæssige og økonomiske konsekvenser af den nuværende ordning og for at vurdere muligheder for at anvende den eksisterende ordning til f.eks. håndtering af kompost fra komposttoiletter. Desuden identificeres relevante aktører.

Område: Kommunens affaldsregulativ foreskriver indsamling af dagrenovation, storskrald og haveaffald. Forbrænding sker på Vestforbrændingen i Glostrup og genbrug, kompostering samt deponering er også organiseret via Vestforbrænding I/S.
Ejendom 1: Ejendommen er tilsluttet den kommunale ordning for affaldshåndtering.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

Energiforsyning

Energiforsyningen undersøges for på sigt at kunne vurdere miljøeffekter, og økonomi forbundet med energiforbrug samt at vide hvem der er de relevante aktører i forhold til energiområdet.

Område: NESA er eldistributør i hele området, og kun store brugere kan vælge andre elselskaber. Der er individuel opvarmning i hele området.
Ejendom 1: Ejendommen forsynes med elektricitet fra NESA. Der er individuel opvarmning, men det er ikke undersøgt hvilken type.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

Vandforsyning

Vandforsyningen undersøges for på sigt at kunne vurdere miljøeffekter, og økonomi forbundet med vandforbrug, samt for at vide hvem der er de relevante aktører i forhold til vandforsyningen.

Område: Vandforsyningen i området varetages af Hareløse Vandværk, der er et privat vandværk. Desuden er der flere ejendomme, som har egen boring (Hillerød Kommune, 1995a).
Ejendom 1: Ejendommen forsynes af Hareløse private vandværk.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

5.2.5 Økonomiske forhold

Finansiering

De fleste spildevandsanlæg (jfr. afsnit 5.6) koster i størrelsesordenen 20.000-50.000 i anlægsmkostninger pr. ejendom. Anlæggene skal enten finansieres af lodsejeren eller af et kommunalt kloakfællesskab gennem medlemsskab af kloakforsyningen.

Området: De enkelte lodsejere i området kan, ved påbud fra kommunen, vælge at finansiere deres eget private spildevandsanlæg eller tage imod tilbud fra kommunen om medlemsskab af kloakforsyningen og dermed betale et tilslutningsbidrag på 24.000 kr (i henhold til spildevandsvedtægten for Hillerød kommune) for medlemsskab af kloakforsyningen. Tilslutningsbidraget er et engangsbidrag. Hertil kommer et vandaflædningsbidrag på ca. 24 kr/m ³ . Omkostningerne forbundet med en eventuel ledningsomlægning på grunden og/eller udskiftning af bundfældningstanken vil <u>altid</u> påhvile lodsejeren.
Ejendom 1: Privat anlæg. Ved eventuelt fremtidigt påbud fra kommunen om forbedret rensning, skal lodsejeren tage stilling til, om denne ønsker at fortsætte med et privat anlæg eller tage imod tilbud om medlemsskab af kloakforsyningen. Dette vil bl.a. bero på en vurdering af de faktiske omkostninger forbundet med det nye anlæg. Det kan være nødvendigt at bekoste en ny bundfældningstank, eftersom den eksisterende er underdimensioneret og derfor ikke lever op til gældende retningslinier.

Ejendom 2: Privat anlæg. Ved eventuelt fremtidigt påbud fra kommunen om forbedret rensning, skal lodsejeren tage stilling til om denne ønsker at fortsætte med et privat anlæg eller tage imod tilbud om medlemsskab af kloakforsyningen. Dette vil bl.a. bero på en vurdering af de faktiske omkostninger forbundet med det nye anlæg.

Drift og vedligeholdelse

De fleste spildevandsanlæg stiller krav til løbende tilsyn, som minimum årlige tømninger af bundfældningstanke. Nogle systemer påfører ligeledes lodsejeren (eller kommunen) en omkostning til selve driften og vedligeholdelsen. De faktiske omkostninger forbundet med anlæg, drift og vedligeholdelse, behandles i afsnit 5.6.

Området: Hvis lodsejeren har valgt at anlægge et privat anlæg, har han ligeledes ansvar og forpligtigelse til drift og vedligeholdelse af anlægget. Ved medlemsskab af kloakforsyningen er det kommunens ansvar og forpligtigelse.

Hvis lodsejeren har valgt et privat anlæg, skal denne ikke betale vandaflædningsbidraget på 24 kr/m³. Derimod skal der betales en spildevandsafgift (0,5 - 2 kr/m³), der afhænger af det valgte anlæg.

Ejendom 1: Nedsivningsanlægget ved ejendommen drives og vedligeholdes af lodsejeren selv (privat anlæg). Lodsejeren har en årlig udgift til kommunen for tømning af bundfældningstanken på omkring 600 kr.

Ejendom 2: Bundfældningstanken med efterfølgende afledning til sø/mose, drives og vedligeholdes af lodsejeren selv (privat anlæg). Lodsejeren har en årlig udgift til kommunen for tømning af bundfældningstanken på omkring 600 kr.

5.2.6 Institutionelle elementer

Lovgivning

Spildevandsplanlægningen skal opfylde lovens krav, og derfor er det vigtigt at have overblik over gældende lovgivning. Afhængig af, hvilke løsninger der overvejes, kan der være behov for at inddrage andre love end de mest generelle. F.eks. i forbindelse med håndtering af urin og fæces.

Området: I området gælder den generelle lovgivning om spildevandsplanlægning i det åbne land, jfr. afsnit 2.3.

Ejendom 1: Her gælder den generelle lovgivning om spildevandsplanlægning i det åbne land, jfr. afsnit 2.3.

Ejendom 2: som for ejendom 1.

Planer og forvaltning

Spildevandsplanlægningen skal være i overensstemmelse med gældende planer, og derfor er der behov for at indsamle de relevante planer, for at kende målsætningerne for området. Planerne indeholder desuden information til brug i stedsanalysen.

De relevante planer i Hillerød er:

- (Hillerød Kommune, 1995a): Kommuneplan 1995-2007 - Hovedstruktur. Hillerød kommune.
- (Hillerød Kommune, 1995b): Kommuneplan 1995-2007 - Rammer. Hillerød kommune.
- (Hillerød Kommune, 1995c): Kommuneplan 1995-2007 - Redegørelse.
- (Hillerød Kommune, 1999a): Miljøplan 1999. Hillerød Kommune.
- (Hillerød Kommune, 1999b): Miljøredegørelse med grønt regnskab. Hillerød Kommune

- (Frederiksborg Amt, 1997): Regionplan 1997 + Tillæg
- (Frederiksborg Amt, 2000): Regionplan 2001 – Forslag.
- (Frederiksborg Amt, 2000a) : Spildevandsplanlægning i det åbne land. Tillæg nr. 5 til regionplan 1997.

Område: Området er primært landzone med mindre områder, der er registreret som byzone. Disse områder er overvejende udlagt til boligformål.
Ejendom 1: ligger i landzone og kommuneplanen indeholder ingen målsætninger for det åbne land.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

Godkendelse og tilsyn

For at sikre en optimal funktionalitet af spildevandsanlæggene i det åbne land, er det vigtigt at identificere den myndighed eller institution der skal foretage godkendelse og tilsyn med spildevandssystemerne.

Område: Godkendelse og tilsyn med spildevandsanlæggene i det åbne land, påhviler kommunen i henhold til det kommunale spildevandsregulativ. Hvis der er tale om demonstrationsanlæg bør embedslægen og arbejdstilsynet også inddrages som tilsynsmyndighed.
Ejendom 1: Godkendelse og tilsyn med spildevandsanlæggene på ejendommen, påhviler kommunen i henhold til det kommunale spildevandsregulativ.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

5.2.7 Aktørbaserede elementer

Brugerne

Beboerne kan have andre ønsker og forventninger til det fremtidige spildevandssystem end de lovgivne miljøkrav. Beboernes krav bør indgå i vurderingen af de forskellige systemer, og det er derfor vigtigt at disse fremgår af stedsanalysen.

Område: Beboerne i området må forventes at være repræsentative for landbefolkningen i Hillerød kommune (jfr. dialogværkstedet, se afsnit 4.3 og Bilag 1).
Ejendom 1: Det antages at beboerne i denne ejendom prioriterer den private løsning højt, og de foretrækker selv at vedligeholde og finansiere deres system.
Ejendom 2: Det antages at beboerne i denne ejendom prioriterer den kommunale løsning højt, og de foretrækker at kommunen vedligeholder og finansierer deres system.

Andre aktører

I nogle situationer er ejerne og brugerne/beboerne i en ejendom ikke de samme. Derfor er der behov for at undersøge, om der evt. er andre som bør have indflydelse på, hvilke løsninger der vælges.

Område: Ejendommene som betragtes er alle i privat eje og der er derfor ikke boligselskaber eller tilsvarende, som skal have indflydelse på valget af den konkrete løsning for den konkrete ejendom.
Ejendom 1: Ejendommen er privat ejet, og der er ikke andre aktører som skal inddrages i beslutningsprocessen.
Ejendom 2: som for ejendom 1.

Viden og organisering

Beboernes viden og organisering har betydning for deres grundlag for at vælge et spildevandssystem, og især har det en betydning for hvilken rolle de kan varetage i forbindelse med drift og vedligeholdelse af systemet. Hvis de nye løsninger indebærer et fællesskab mellem flere ejendomme, er det en

fordel hvis denne organisering allerede er etableret evt. i andre sammenhænge.

Område: Beboerne i området må forventes at være repræsentative for landbefolkningen i Hillerød kommune. Det antages, at der generelt er begrænset viden om eksisterende anlæg og fremtidige muligheder.
Ejendom 1: Det antages i dette projekt, at beboerne er engageret i en økologisk livsstil og at de gennem landsdækkende netværk har viden om pileanlæg, rodzoneanlæg m.v.
Ejendom 2: Det antages i dette projekt, at beboerne interesserer sig meget lidt for deres spildevandshåndtering, og at de ikke har særlig viden om emnet.

5.2.8 Overordnede målsætninger

Miljøpolitik og Agenda 21

Overordnede målsætninger for kommunal politik, miljø og borgerdeltagelse har betydning for, hvilke krav udover de lovmæssige, som de fremtidige systemer skal tilgodese.

<p>Område: Kommunen har målsætninger for miljøpolitik og agenda 21 (miljøhandlingsplan). Der er ingen specifikke målsætninger for denne lokalitet.</p> <p>Det overordnede mål med miljøpolitikken i Hillerød kommune er at gøre udviklingen i kommunen miljømæssigt bæredygtig. Hillerød kommune vil nå sine miljøpolitiske mål ved at medvirke aktivt til:</p> <ul style="list-style-type: none">• At nedbringe forureningen fra såvel virksomheder som private• At begrænse brug og spild af ressourcer• At fremme anvendelsen af renere teknologi• At rydde op efter fortidens synder• At være åben og informere om kommunens aktiviteter og anspore borgere og virksomheder til at bidrage til den fælles indsats (Hillerød Kommune, 1999a).
<p>Agenda 21</p> <p>Hillerød kommune tilslutter sig de beslutninger og anbefalinger, der er indeholdt i Agenda 21 – hele verdens miljødagsorden for det 21. århundrede. Hillerød kommune vil fastholde sin rolle som igangsættende og informerende og gå foran med lokale agenda 21-aktiviteter (Hillerød Kommune, 1999a).</p>
<p>Ejendom 1: Det antages i dette projekt at beboerne er engageret i en økologisk livsstil. Høj prioritering af miljøhensyn, demonstrationsværdi og selvforvaltning.</p>
<p>Ejendom 2: Det antages i dette projekt at der ikke findes særlige målsætninger for ejendommen.</p>

5.3 Introduktion til dialogværksteder

Dialogværkstedet skal skabe rammer for en frugtbar dialog mellem borgere, teknikere, driftsfolk og politikere som grundlag for valg af system. Dialogværkstedet skal således sikre, at aktørernes ideer, viden, opfattelser og ønsker trækkes ind i diskussionen, men også kvalificere deltagerne og skabe dialog om valg af løsninger.

Forud for at der kan træffes beslutninger om spildevandsløsninger i det åbne land er det nødvendigt at afklare de tekniske, økonomiske og miljømæssige forhold ved en bred vifte af løsninger. Valget af spildevandsløsninger er

imidlertid ikke et valg, som alene kan eller skal træffes af teknikere på baggrund af tekniske og økonomiske vurderinger. I vurderingen af lokale løsninger kræves inddragelse af borgere/brugere, teknikere, driftsfolk og politikere. At skabe dialog mellem forskellige grupper af aktører er således afgørende for valg, implementering, brug og drift af spildevandsløsninger. Forud for en beslutning og en succesfuld implementering af nye spildevandssystemer er der behov for:

- Accept og engagement i problemstillingen fra borgere, driftsfolk, teknikere og politikere.
- Kvalificering af aktørerne.
- Effektiv kommunikation mellem aktørerne.

Dialogværktøjer sætter fokus på dialogen som en væsentlig del af beslutningsprocessen og skaber konkrete rammer for:

- At aktørerne mødes i en ligeværdig dialog, hvor de kan udveksle opfattelser og tage beslutninger.
- Lokale læreprocesser, hvor aktørerne kan udveksle og øge deres viden og reflektere over deres opfattelser.

Et dialogværksted er en særlig mødeform, hvor deltagernes viden og holdninger er i fokus, og hvor diskussionerne struktureres i forskellige faser. Der er udarbejdet en Vejledning i afholdelse af Dialogværksteder (Hoffmann et al., 2001). Se endvidere bilag 1.

5.4 Dialogværksted i Hillerød

Hillerød Kommune afholdte som led i deres spildevandsplanlægning et dialogværksted i september 2000 om spildevandsløsninger i det åbne land. Ved mødet deltog 17 indbudte borgere fra to spildevandsoplande i det åbne land sammen med formand for teknisk udvalg og en række medarbejdere fra teknisk forvaltning. Endelig deltog også konsulenter fra Hedeselskabet og DTU.

Mødets formål var at give borgerne mulighed for at komme med et kvalificeret indspil til kommunens spildevandsplanlægning. Desuden var formålet at etablere en dialog mellem berørte lodsejere og kommunen. Dialogværkstedet var samtidig et forsøg, eftersom kommunen ikke tidligere har afholdt denne type borgermøder. Mødets resultater bliver brugt i udarbejdelsen af det kommende tillæg til spildevandsplanen for det åbne land.

Invitationen til værkstedet blev sendt til 70 ejendomme i Kjeldsvang-området (sydøst for det udpegede område i Hillerød kommune) og heraf deltog 17 borgere fra 14 ejendomme i mødet den 5.9. 2000. Dialogværkstedet blev afholdt i stedet for et traditionelt borgermøde, da det ofte er svært at få borgere til at møde op og det ofte er vanskeligt at få en konstruktiv dialog mellem borgere og embedsmænd/politikere (Se bilag 1).

Dialogværkstedet i Hillerød kommune viste, at borgerne i det åbne land er meget forskellige. De to forskellige profiler af ejeren i henholdsvis ejendom 1 og ejendom 2 som er beskrevet i afsnit 4.2.7, er medtaget for at illustrere betydningen af borgernes holdningsmæssige forskelligheder.

6 Opstilling af spildevandssystemer i det åbne land

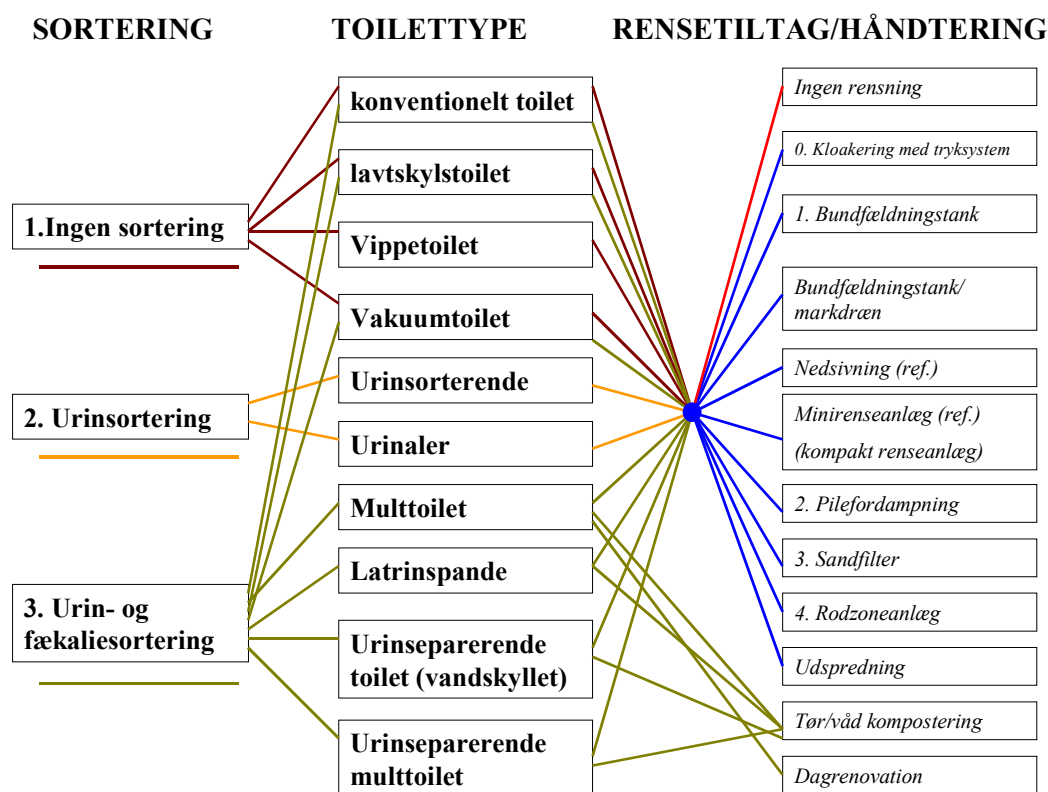
I det følgende opstilles en bruttoliste over spildevandssystemer i det åbne land. Ud fra denne liste udvælges og opstilles et antal mulige systemalternativer for en videre vurdering.

6.1 Bruttoliste over spildevandssystemer i det åbne land

Først opstilles en liste over alle teoretisk mulige løsninger (se bilag 3) uden at skelne til de fysiske forhold på en given lokalitet. Denne liste er illustreret ved figur 5.1 og viser de systemer, som man har kendskab til idag, men det er ikke alle der er veldokumenterede.

I forbindelse med en spildevandsplanlægning i det åbne land undersøges ofte først de fysiske forhold på lokaliteten for at afgøre, om det er muligt at nedsive i området, jfr. stedsanalysen. Hvis det er muligt at nedsive i området, vil dette være normal praksis, fordi nedsivning anses for værende den bedste løsning for det åbne land. De resterende løsninger anses herefter for værende mulige eller måske mulige, blot de lever op til den påkrævede rensekasse for området, jfr. afsnit 3.2. På baggrund af bruttolisten kan der opstilles systemløsninger. I afsnit 5.2 er der opstillet en række systemløsninger der vil være anvendelige i det åbne land.

Bruttoliste



Figur 5.1: Illustration af bruttolisten (understøttes af bilag 3)

Disse alternativer bliver herefter vurderet yderligere, primært ud fra deres resulterende belastning af slutrecipienten (afsnit 5.5) og efterfølgende på et antal såvel kvantitative (økonomi) som kvalitative kriterier. For nærmere

beskrivelse af de enkelte systemkomponenter henvises til (Eilersen et al., 2001). Nummereringen under ”sortering” og ”rensetiltag/håndtering” i figur 5.1, bruges som index i den efterfølgende opstilling af de udvalgte systemalternativer.

6.2 Opstilling af udvalgte systemalternativer

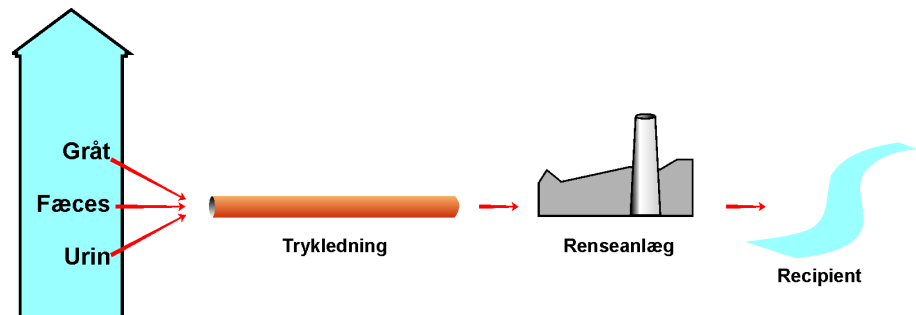
Systemalternativer

Nedenfor er beskrevet et antal forskellige systemer til rensning/håndtering af spildevand fra ejendomme i det åbne land. Systemalternativerne kan være baseret på særhåndtering af dele af spildevandsstrømmen (sortering), i kombination med indførelse af renere teknologier (P-frie vaskemidler). Disse systemalternativer ses som mulige løsninger for generel spildevandshåndtering i det åbne land, på lokaliteter hvor lokal nedsivning ikke er muligt pga. risici for forurening af grundvand (høj grundvandsstand) og/eller dårlige nedsivningsforhold (lerjord). Løsningerne renser spildevandet mere eller mindre effektivt, og lever dermed op til forskellige renseskasser i spildevandsbekendtgørelsen (Bek. nr. 501 af 21/6-1999). Ved valg af løsninger er det tilstræbt at opnå en bred dækning af renseskasserne i spildevandsbekendtgørelsen. Ligeledes har det været et væsentligt aspekt, at de opstillede løsninger skulle kunne dokumenteres, specielt mhp. fastsættelse af rensesgrader.

Flowdiagrammer for hvert alternativ

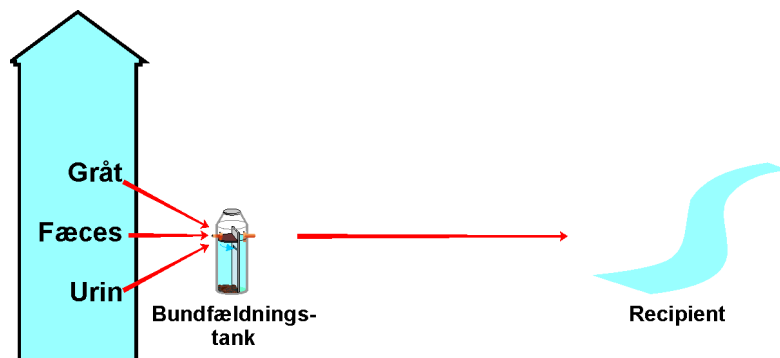
6.2.1 Systemer uden sortering

Systemer uden sortering er baseret på opsamling af urin, fæces og gråt spildevand i én samlet afløbstreng. Der kan etableres en kloakering med trykledning, hvor spildevandet pumpes direkte fra en pumpebrønd gennem en trykledning til et konventionelt renseanlæg (via hovedspildevandsledning ved gravitation), jfr. figur 5.2. I hovedparten af systemerne anvendes dog en bundfældningstank som et primært behandlingstrin.



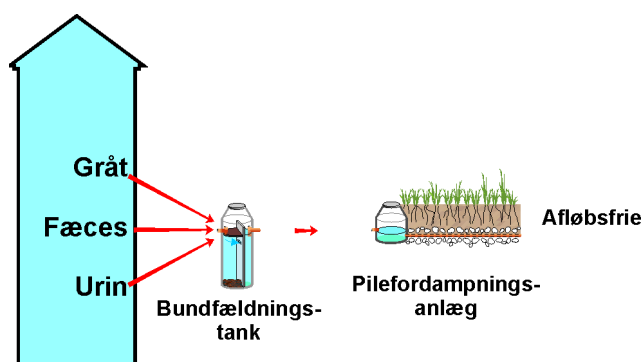
1.0 Ingen sortering / Kloakering med tryksystem

Figur 5.2: Ejendommen tilsluttes kommunalt kloaknet (via tryksatte systemer) og spildevandet ledes til renseanlæg (MBNDKF). Der etableres en pumpebrønd indenfor ejendommens skel. Spildevandet pumpes herfra til en hovedspildevandsledning.



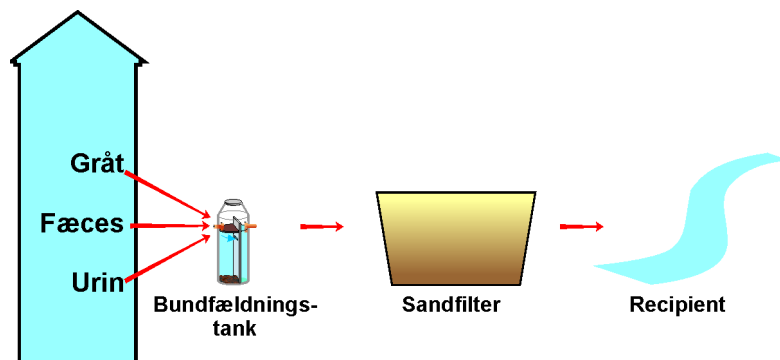
1.1 Ingen sortering /
Bundfældningstank

Figur 5.3: Spildevandet samles og bundfældes i en bundfældningstank med direkte udløb til recipient (evt. via markdræn/grøft). Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.



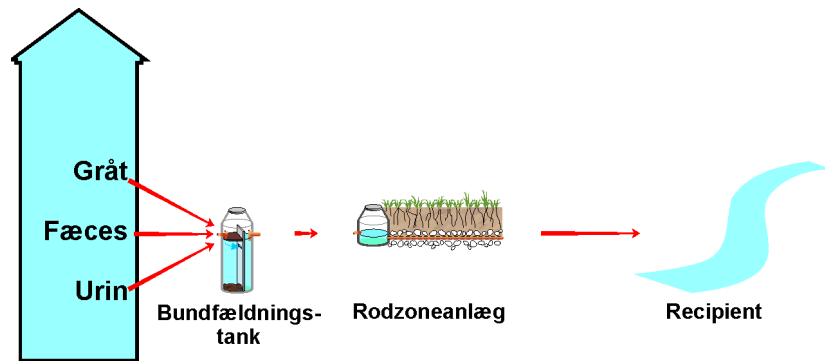
1.2 Ingen sortering /
Pileanlæg

Figur 5.4: Spildevandet samles og bundfældes i en bundfældningstank. Efterfølgende ledes vandet til et pilefordampningsanlæg. Pilefordampningsanlæg er designet til 100% optag/fordampning af spildevandet og er dermed afløbsfrie.



1.3 Ingen sortering /
Sandfilter

Figur 5.5: Spildevandet samles og bundfældes i en bundfældningstank. Efterfølgende ledes vandet til et biologisk sandfilter for yderligere rensning. Udløbet fra sandfilteret ledes til recipienten. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

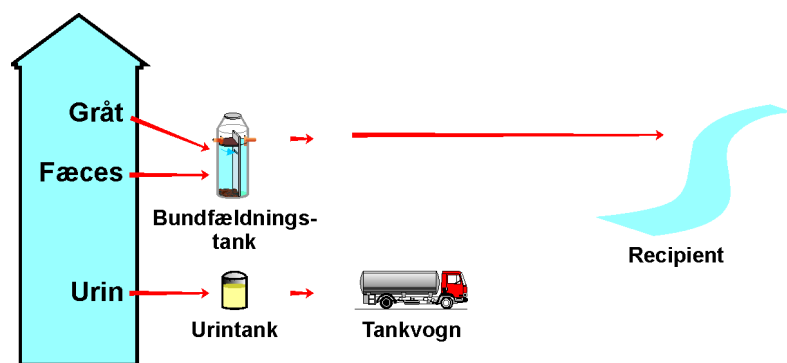


1.4 Ingen sortering /
rodzoneanlæg

Figur 5.6: Spildevandet samles og bundfældes i en bundfældningstank. Efterfølgende ledes vandet til et rodzoneanlæg for yderligere rensning. Udløbet fra rodzoneanlægget ledes til recipienten. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

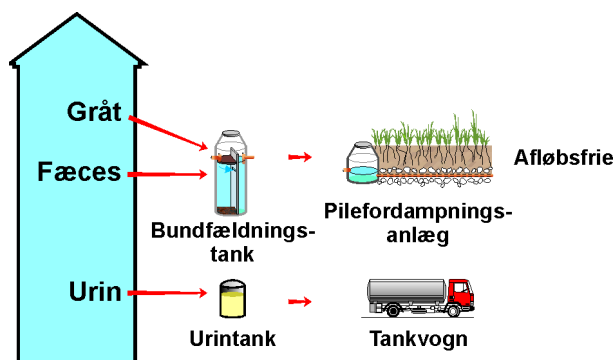
6.2.2 Urinsorterende systemer

Urinsorterende systemer er baseret på installation af urinsorterende toiletstole i den enkelte ejendom. Urinen kan opsamles i urintanke og håndteres efter hygiejnisering ved lokal udspredning (som gødning i jordbruget). Urinen kan også opsamles i urintanke og derefter transporteres til centralt lager for videre håndtering. Den øvrige spildevandsstrøm (fæces og gråt spildevand) håndteres altid ved opsamling og bundfældning i en bundfældningstank, med efterfølgende udledning eller rensning.



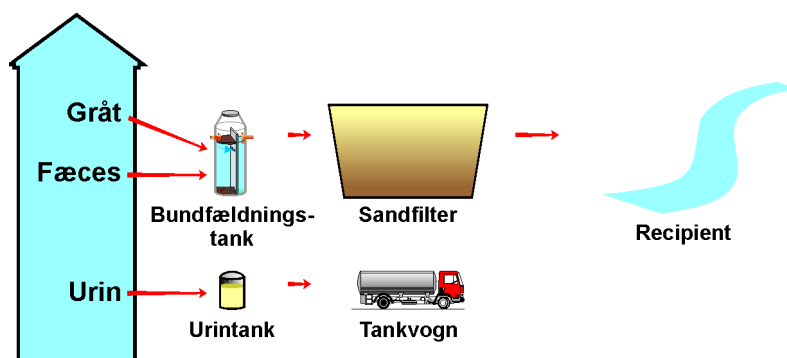
2.1 Urinsortering /
Bundfældningstank

Figur 5.7: Der installeres urinsorterende toiletter i ejendommen og dobbelte afløbsstrenge (for urin og andet spildevand). Urinen opsamles og udsprede på jorden efter hygiejnisering. Det resterende spildevand (fæces og gråt) renses i en bundfældningstank og udledes til recipienten. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.



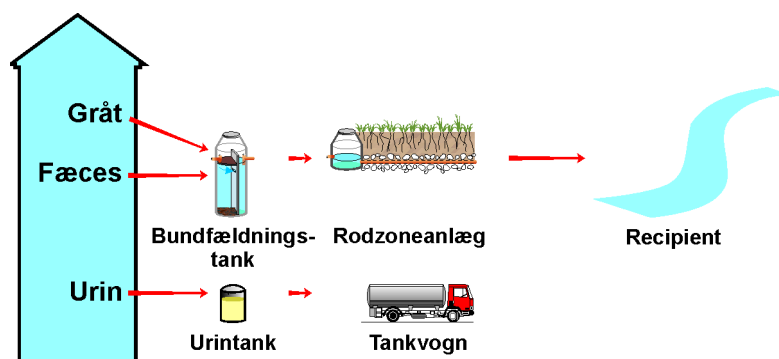
2.2 Urinsortering / Pileanlæg

Figur 5.8: Der installeres urinsorterende toiletter i ejendommen. Urinen opsamles og udspreddes på jorden efter hygiejnisering. Det resterende spildevand (fæces og gråt) renses i en bundfældningstank og et pilefordampningsanlæg, der er afløbsfrit.



2.3 Urinsortering / Sandfilter

Figur 5.9: Der installeres urinsorterende toiletter i ejendommen. Urinen opsamles og udspreddes på jorden efter hygiejnisering. Det resterende spildevand (fæces og gråt) renses i en bundfældningstank og et biologisk sandfilter. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

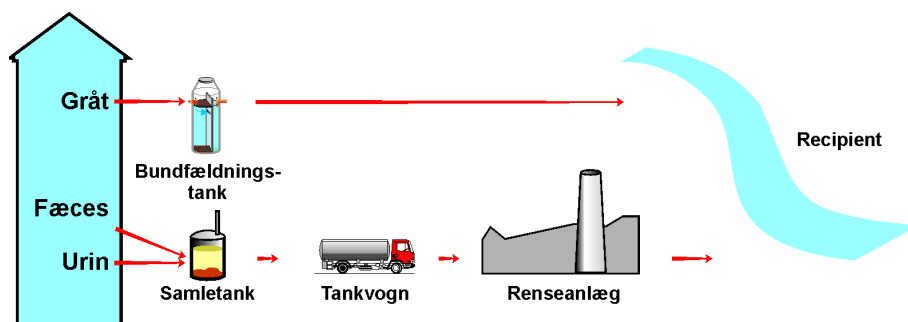


2.4 Urinsortering / rodzoneanlæg

Figur 5.10: Der installeres urinsorterende toiletter i ejendommen. Urinen opsamles og udspreddes på jorden efter hygiejnisering. Det resterende spildevand (fæces og gråt) renses i en bundfældningstank og et rodzoneanlæg. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

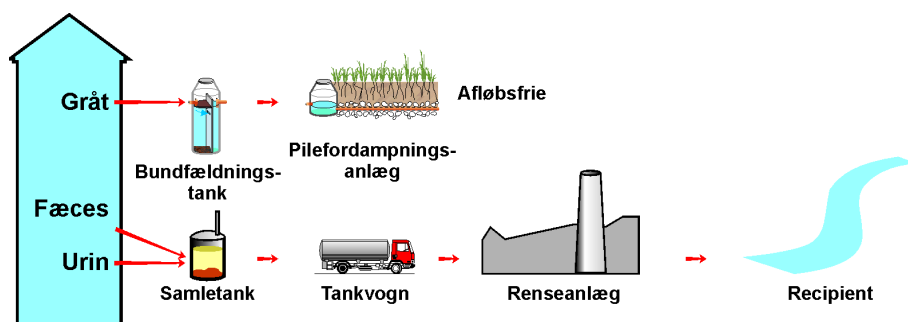
6.2.3 Urin- og fæcessortende systemer

Urin- og fæcessortende systemer er baseret på installation af vakuumtoiletter (alternativt bruges multitoiletter/urinseparerende toiletter således at urin og fæces kan opsamles for senere at blive genanvendt) med afløb til en samletank. Den øvrige spildevandsstrøm (gråt spildevand) håndteres altid ved opsamling og behandling i en bundfældningstank, med efterfølgende udledning eller rensning.



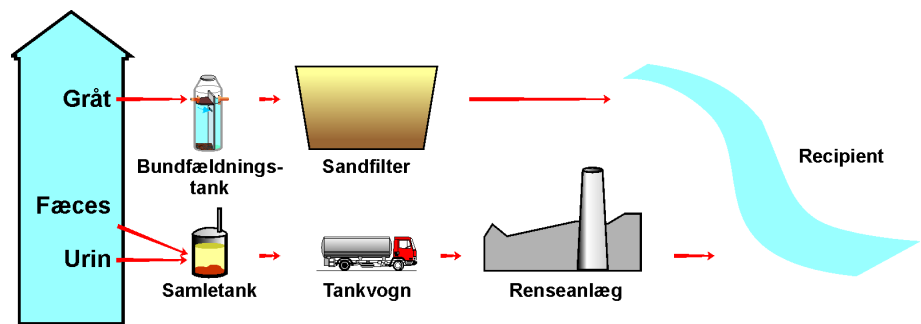
3.1 Urin- og fæcessortering/ Bundfældningstank

Figur 5.11: Det sorte spildevand (urin, fæces og skyllevand) fjernes ved opsamling i samletanke og transporteres til rensesanlæg. Der kan anvendes vakuumtoiletter (0,8 l vand/skyl) eller lavtskyllende toiletter (3 og 6 l vand/skyl). Det grå spildevand renses i bundfældningstank der afleder til recipienten. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.



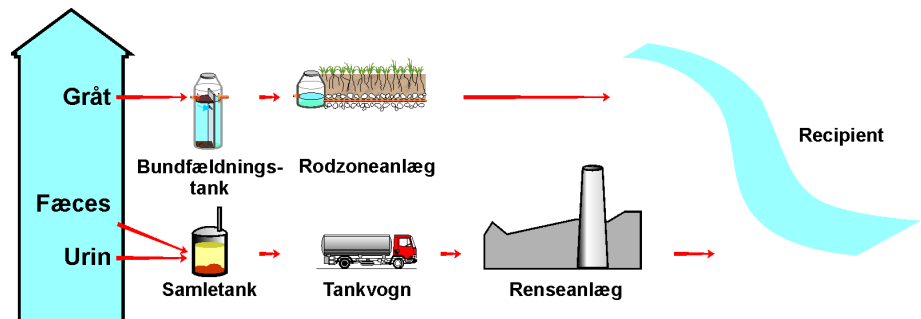
3.2 Urin- og fæcessortering/ Pileanlæg

Figur 5.12: Det sorte spildevand opsamles i samletanke og køres til rensesanlæg. Der anvendes vakuumtoiletter (0,8 l vand/skyl) eller lavtskyllende toiletter (3 og 6 l vand/skyl). Det grå spildevand renses i bundfældningstank og pileanlæg (afløbsfrit). Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.



3.3 Urin- og fæcessortering/ Sandfilter

Figur 5.13: Det sorte spildevand opsamles i samletanke og transporteres til renselanlæg. Der anvendes vakuumtoiletter (0,8 l vand/skyl) eller lavtskyllende toiletter (3 og 6 l vand/skyl). Det grå spildevand renses i bundfældningstank og sandfilter. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

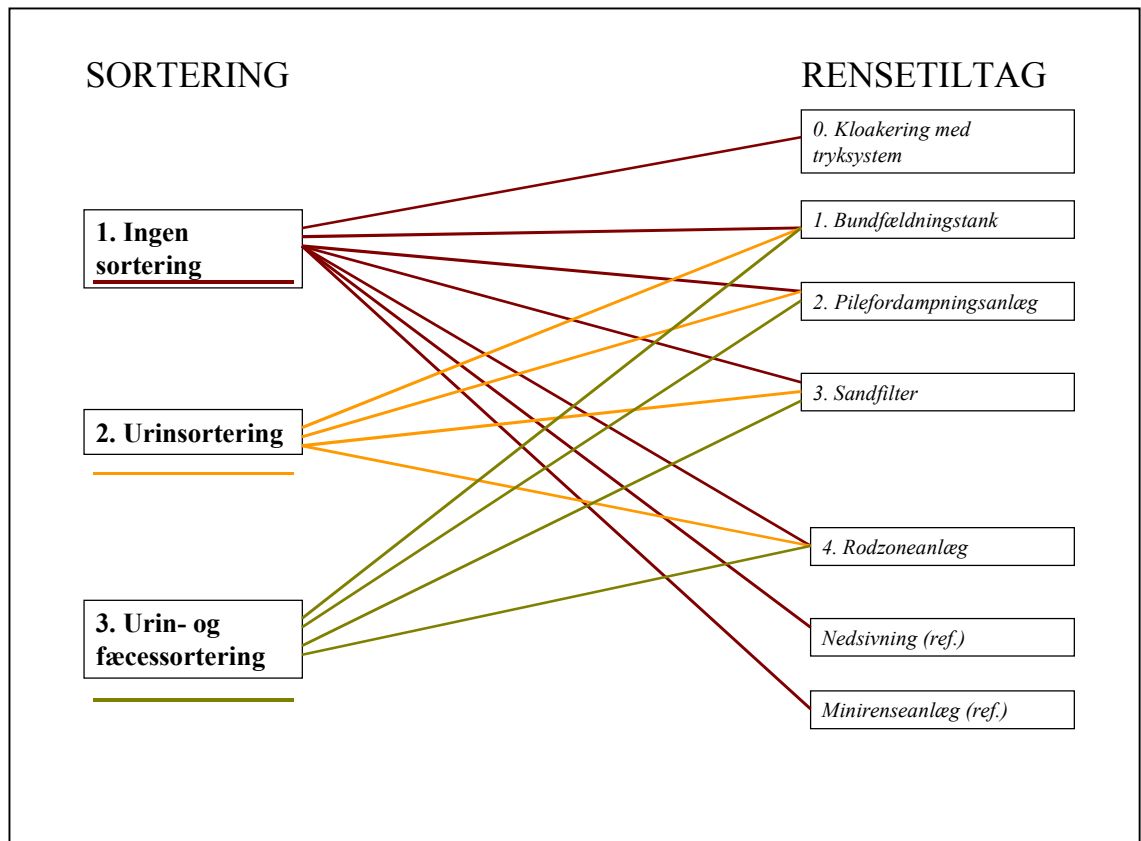


3.4 Urin- og fæcessortering/ rodzoneanlæg

Figur 5.14: Det sorte spildevand fjernes ved opsamling i samletanke og transporteres til renselanlæg. Det grå spildevand renses i bundfældningstank og rodzoneanlæg. Udløbet fra sandfilteret ledes til recipienten. Alternativet kan suppleres med brug af P-frie vaskemidler.

6.3 Kildesortering og valgte rensemetode

I det følgende illustreres de opstillede alternativer samlet ud fra grad af kildesortering og rensemetode.



Figur 5.15: Samlet opstilling af systemalternativer ud fra grad af kildesortering og rensemetode.

Som det fremgår af figur 5.15 kan de opstillede alternativer inddeles i 3 sorteringskategorier kombineret med i alt 7 rensetiltag. Hertil kommer at alle alternativerne kan suppleres med anvendelse af P-holdige eller P-frie vaskemidler i den enkelte husholdning. Sidstnævnte supplerings benævnes substitution med renere teknologi. Løsninger hvori der indgår nedsivningsanlæg og minirensanlæg er taget med i tilfældet ”ingen sortering”.

6.4 Rensegrader for diverse rensemetoder

I forbindelse med projektet ”Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser” udarbejdes et teknologisk informationsværktøj (Eilersen et al., 2001). Dette ”katalog” indeholder bl.a. oplysninger vedr. systemernes rensegrader samt aspekter vedr. brug, drift, økonomi osv. I dette afsnit gives en kort gennemgang af anslåede rensegrader for de i afsnit 5.2 og 5.3 beskrevne systemer. Rensegraderne i tabel 5.1 er opgivet for behandling af traditionelt husholdningsspildevand. De kan variere lidt hvis andre spildevandstyper tilføres, f.eks. gråt spildevand eller gråt spildevand og fækalier (Eilersen et al., 2001). Rensegraderne i tabel 5.1 ligger til grund for den massestrømsanalyse der er gennemført på de opstillede systemer og hvis resultater er fremstillet i tabel 5.2.

Rensegrader

Tabel 5.1: Rensegrader for spildevand for udvalgte rensemetoder.

Rensemetode	NH ₄ ⁺ -N (%)	Total-N (%)	Total-P (%)	Organisk stof (BOD) (%)
*Nedsivning ⁵ **	80-90 <i>groft estimat</i>	25	78	93
*Minirensesanlæg ⁵	90	80-90	90	95
MBNDKF ^{1&5} Kloakering ved trykssystem	90-95	80-90	95	99
Bundfældningstank ²	~ 0	10	10	30
*Sandfilter ³	80-90	25-30 ⁵	40-50	97
*Rodzoneanlæg ⁴	30-50	50	50	95
*Pileanlæg	~ 100	~ 100	~100	~100

¹ (Frederiksborg Amt, 1999), ² (Jørgensen et al, 1991), ³ (Miljøstyrelsen, 1999c), ⁴ (Miljøstyrelsen, 1999a),

⁵ (Eilersen et al., 2001)

* alle er inkl. bundfældningstank, ** i forhold til grundvandet

Mht. rensegrader for nedsivningsanlæg skal det pointeres at rensegraderne i tabel 5.1 er anslået i forhold til den forurening der potentielt kan nå grundvandsspejlet ved traditionel nedsivning. I forhold til overfladerecipienterne (vandløb, søer og marine) anslås nedsivningsanlæg at rense 100%, jfr. (Miljøstyrelsen, 1999b).

Det skal bemærkes, at rodzoneanlæg ikke nitrificerer af betydning, hvilket betyder at hovedparten af kvælstoffet i udløbet fra et rodzoneanlæg er på ammonium/ammoniak-form. Der sker dog en assimilering af kvælstof i rodzoneanlægget, hvilket forklarer rensegraden mht. total-N og NH₄⁺-N.

6.5 Resulterende udledning fra systemalternativerne

Formålet med at opstille disse alternativer er at undersøge, om der er nogle realistiske alternativer til en tryksat kloakeringsløsning, der er istand til at overholde de krav, der er gældende for spildevandsrensning i det åbne land. Hvis en nedsivningsløsning ikke kan forsvares indenfor et givent område, bør alternativer hertil beskrives og vurderes.

Grundlag for stofbalancer

Der er opstillet en massebalance for stof der udledes til en given recipient. Ved systemalternativer, hvor spildevand opsamles i samletanke og transporteres til kommunale rensesanlæg der udleder til den samme recipient, medtages udledningen fra rensesanlægget i den samlede miljøbelastning.

I tabel 5.2 ses hvor meget stof der totalt udledes fra de forskellige alternativer til en given overfladereipient. Resultatet er opgjort både som g/(p·d) og i % af Miljøstyrelsens definition af personbidraget PB (Bek. nr. 501 af 21/6-1999). Det fremgår ligeledes af tabel 5.2, hvilken renseklasse det

enkelte system overholder. I bilag 4 findes et eksempel på opstilling af en massebalance for én af systemløsningerne (**3.3 Samletank + sandfilter**).

Det skal bemærkes at der i tabel 5.2 er taget udgangspunkt i indholdet af NH_4^+ -N i de forskellige spildevandsfraktioner (urin, fæces, vaskemidler og resterende gråt spildevand). Renseklasserne (jfr. tabel 3.1) som er fremsat i (Bek. nr. 501 af 21/6-1999) er - mht. kvælstof - baseret på en reduktion af ammonium gennem nitrifikation inden udledning til recipienten.

Som det fremgår af tabel 5.2 er der opstillet et antal systemer, der ikke kan leve op til de i spildevandsbekendtgørelsen definerede renseskasser. Dette er gjort for at illustrere nogle mulige løsninger for afstrømningsoplande i det åbne land til hvilke der ikke kræves belastningsreduktion til en specifik renseskasse (<O). Der er tale om systemer, hvor f.eks. en bundfældningstank anlægges i kombination med forskellige kildesortierende tiltag (eks. urinsortering og bundfældningstank).

I henhold til tabel 5.2, lever nedsivnings-, minirens- og pileanlæg op til alle renseskasser i (Bek. nr. 501 af 21/6-1999). For de øvrige rensesetiltag (sandfilter og rodzoneanlæg) kan det umiddelbart konkluderes, at der uden sortering sker en væsentlig, men ikke tilstrækkelig reduktion i udledningen af næringsstoffer til at renskravet SOP kan opfyldes. Det ses at de urinsortierende løsninger kan leve op til kvælstofkravet (på ammonium-basis), eftersom der ved disse løsninger sker en frasortering af ammonium/urinstof.

De urin- og fæcessortierende løsninger (her udledes kun gråt spildevand) lever både op til kravene for kvælstof og fosfor, når fosforfrit vaskepulver antages anvendt i husholdningen. De sortierende løsninger lever ikke uden videre op til kravene til reduktion af organisk stof (pga. højt indhold af BOD_5 i det grå spildevand), hvorfor de skal kombineres med et behandlingstrin (eks. biologisk sandfilter).

Det skal bemærkes, at udledningen fra rensesanlægget ved urin- og fæcessortierende løsninger er medregnet i tabel 5.2 (jfr. Bilag 4). Dette skyldes at alle udledninger fra det åbne land bør vurderes i forhold til slutrecipienten. Den enkelte ejendom i det åbne land kan godt aflede til den samme recipient som rensesanlægget. F.eks. afleder mange ejendomme i det åbne land i Hillerød kommune til Pøleåen, som også modtager rensed spildevand fra Hillerød centralrensanlæg.

Det skal dog bemærkes at der, mht. overholdelse af renseskasse, ikke er en signifikant forskel på om spildevand fra samletanke køres til "lokalt" rensesanlæg (med udledning til den samme recipient som ejendommen), eller det fjernes helt, enten ved genanvendelse eller transport til andet rensesanlæg. Forskellen i rensesgrad mellem de to grupper af alternativer er: 1 % for N, 2 % for P og ~ 0 % for organisk stof.

Som det fremgår af tabel 5.2, er der et antal sortierende løsninger, der opfylder den skrappeste renseskasse for det åbne land, nemlig SOP. Det er dog nødvendigt at opsamle urin og fæces i samletank (rensning i rensesanlæg med eller uden udledning til nærrecipienten), anvende P-frie vaskemidler samt rens det grå spildevand i et rodzone/sandfilteranlæg med efterfølgende udledning til recipienten for at leve op til SOP-renskravet.

De urinsortierende løsninger lever næsten op til kravet ved anvendelse af P-frie vaskemidler. Urinsortierende løsninger kan opfylde renseskasse SOP, når usikkerheden i det anvendte datagrundlag tages i betragtning.

Tabel 5.2: Den samlede udledning af forureningskomponenterne fra de forskellige alternative systemer. Baseret på datagrundlaget fremsat i (Eilersen et al., 2001, samt Bilag 2 og 4). Oversigten viser den resulterende udledning af NPO til en given overfladerecipient med indikation af løsningens reduktionsgrad/rensegrad og hvilke renseklasser (jfr. tabel 3.1) løsningerne opfylder.

Sortering	Rensetiltag	Total-P udledt i g/(p·år) samt %-reduktion				NH ₄ ⁺ -N udledt i g/(p·år) samt %-reduktion		BOD ₅ udledt i g/(p·år) samt %-reduktion		Opfyldelse af renseklasse (jfr. afsnit 3.2)	
		P-holdigt		P-frie						P-holdigt	P-frie
Ingen	<i>Ingen</i>	1000	0%	800	20%	4190	0%	21900	0%	ingen	ingen
	<i>Nedsivning</i>	0	100%	0	100%	0	100%	0	100%	SOP	SOP
	<i>Minirensesanlæg</i>	100	90%	80	92%	419	90%	1095	95%	SOP	SOP
	1.0 Kloakering med trykssystem	55	94%	55	94%	55	99%	166	99%	SOP	SOP
	1.1 Bundfældningstank	900	10%	720	28%	4190	~0%	15330	30%	ingen	ingen
	1.2 Pileanlæg*	0	100%	0	100%	0	100%	0	100%	SOP	SOP
	1.3 Sandfilter*	500	50%	400	60%	419	90%	657	97%	SO	SO
	1.4 Rodzoneanlæg*	500	50%	400	60%	2933	30%	1095	95%	O	O
Urin	2.1 Bundfældningstank	405	60%	225	78%	175	96%	14053	36%	ingen	ingen
	2.2 Pileanlæg*	0	100%	0	100%	0	100%	0	100%	SOP	SOP
	2.3 Sandfilter*	225	78%	125	88%	18	~100%	602	97%	SO	SO(P)
	2.4 Rodzoneanlæg*	225	78%	125	88%	123	97%	1004	95%	SO	SO(P)
Urin/ fæces	3.1 Bundfældningstank	238	76%	58	94%	97	98%	8982	59%	ingen	Ingen
	3.2 Pileanlæg*	13	~99%	13	~99%	29	99%	40	~100%	SOP	SOP
	3.3 Sandfilter*	138	86%	38	96%	22	99%	423	98%	SO(P)	SOP
	3.4 Rodzoneanlæg*	138	86%	38	96%	72	98%	679	97%	SO(P)	SOP

*alle er inklusiv bundfældningstank

6.6 Økonomi

Tilslutningsbidrag

Et medlemsskab af kloakforeningen (Standardtilslutningsbidrag på ca. 30.000 kr, eksklusive moms) (Lov nr. 342 af 17/5-2001) betyder, at kommunens kloakforsyning påtager sig at udføre og drive det nødvendige spildevandsanlæg på ejendommen, alternativt at udføre kloakering (evt. med trykssystem). Tilslutningsbidraget er lavere (60 % af standardtilslutningsbidraget), hvis der på ejendommen er etableret en separat afledning af regnvandet.

Kommunen skal således forestå etablering af et anlæg på ejendommen, der lever op til den rensklasse, der er påkrævet for det aktuelle afstrømningsopland.

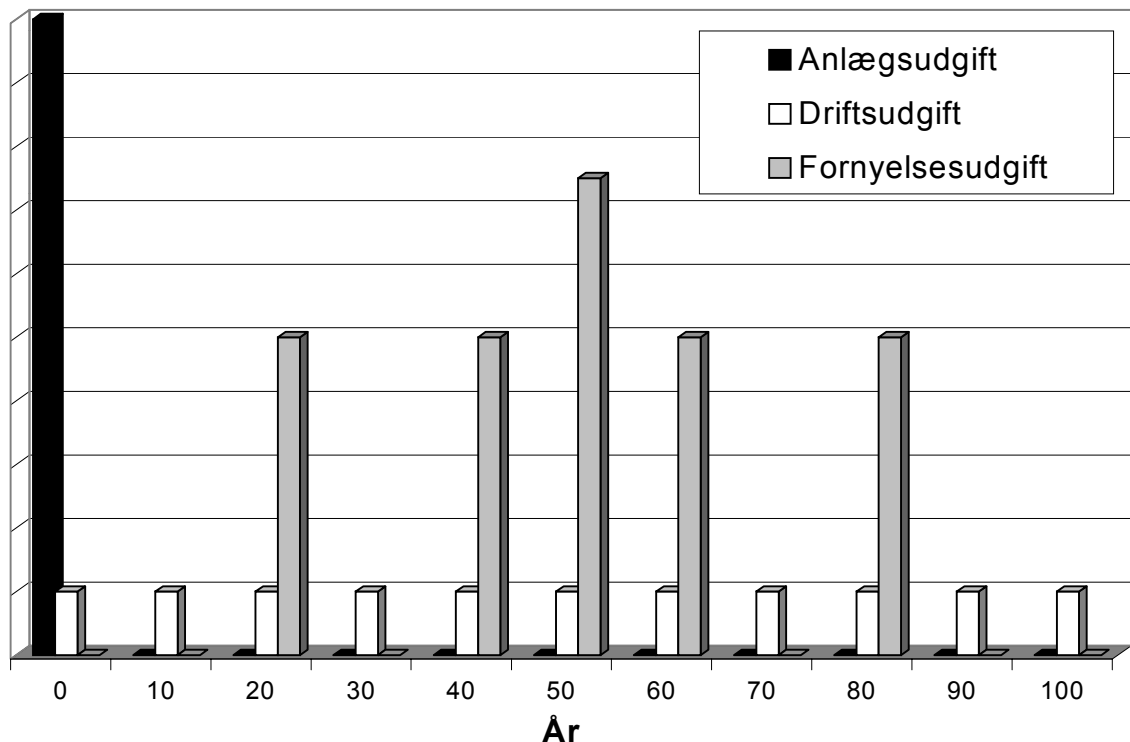
Investeringsperiode

Økonomien i de forskellige løsninger er vurderet ud fra et skøn over omkostningerne til anlæg, drift og vedligeholdelse samt fornyelse i en periode på 100 år. Perioden på 100 år er valgt for at få en sammenfaldende cyklus mellem de enkelte komponenters levetider.

Levetider

Der anvendes følgende anslåede levetider for de enkelte komponenter og anlæg: Rør (herunder trykrør), brønde samt bundfældnings- og samletanke antages at have en levetid på omkring 50 år. Dette gælder også for minirensesanlæg (denne levetid skal tages med forbehold, eftersom der endnu ikke findes typegodkendte anlæg i drift i Danmark). For de øvrige anlægstyper og pumper anslåes en levetid på ca. 20 år (Hedeselskabet Miljø og Energi as og Eilersen et al., 2001).

For et traditionelt nedsivningsanlæg bliver der hermed tale om udskiftning/fornyelse af pumper, pumpestyring og selve nedsivningsanlægget ca. hvert 20 år. Rør, brønde og bundfældningstanke skal udskiftes/fornyas efter 50 år (jfr. investeringsforløbet i figur 5.16).



Figur 5.16: Oversigt over investeringsforløbet ved etablering af et traditionelt nedsivningsanlæg.

Nutidsværdiberegninger (FAD)

Nutidsværdiberegningerne (jfr. figur 5.17, figur 5.18 og figur 5.19) er gennemført med en inflation på 2% (i) (skønnet inflation på baggrund af Økonomi- & Erhvervsministeriet, 2001) og rente (r) på 6% (pengemarkedsrenten – 2 % over Nationalbankens udlånsrente), der antages uændrede i en periode på 100 år. FAD henviser til omkostningerne i forbindelse med Forrentning, Afskrivning og Drift ved de forskellige løsninger.

Investeringsperiode = 100 år

Nutidsværdi af fornyelsesudgiften =
Fornyelsesudgiften $\cdot (1+i)^n / (1+r)^n$, hvor n er komponentens levetid

Nutidværdien af driftsudgiften =
 $[(1-q^{100})/(1-q) + q^{100} - 1] \cdot \text{årlig driftudgift, hvor } q = (1+i)/(1+r)$

Total omkostning =
 $\text{Anlægsudgift} + \text{nutidværdien af (Årlige driftsudgifter + Fornyelsesudgifter)} /$
 $[(1-q^{100})/(1-q) + q^{100} - 1]$

Fra total omkostning findes behandlingsprisen (FAD) i kr/m³:
Behandlingspris: Total omkostning / Antal m³ behandlet pr. år

Figur 5.17: Fremgangsmåden i nutidsværdiberegningerne.

I alle behandlingspriser (kr/m³) er der anvendt et årligt vandforbrug pr. husstand på ca. 270 m³/husstand/år. Dette svarer til den producerede spildevandsmængde fra en husstand med 5 personer.

Det bemærkes at der ikke er regnet på systemer baseret på bundfældningstanke alene, eftersom disse (jfr. tabel 5.2) ikke lever op til nogen rensklasse i spildevandsbekendtgørelsen.

Anlægsomkostninger

Som det fremgår af tabel 5.3 er anlægningsomkostningerne for de sorterende løsninger sammensat af to dele. I forbindelse med de urinsortierende løsninger skal der etableres et 2-strengt afløbssystem (samt urinsortierende toiletstol) på ejendommen samt en urinbeholder (ca. 220 liter). I forbindelse med de urin- og fæcessortierende løsninger skal der etableres et 2-strengt afløbssystem (separering af gråt og sort spildevand) samt en samletank på grunden (ca. 6 m³ for en husstand) (DEL 1). Hertil kommer anlæg af selve behandlingsdelen (DEL 2).

Det bemærkes at en kloakering ved trykssystem altid vil blive etableret af kommunen, dvs. ved medlemsskab af kloakforsyningen. Omkostningerne i forbindelse med anlæg (pumpe, brønd, trykledning og el-forsyning) og drift (strøm og service/tilsyn) (jfr. tabel 5.3/5.4) vil derfor altid være pålagt kloakforsyningen (Miljøstyrelsen, 1998). Udgifter i forbindelse med ledningsomlægning frem til pumpebrønden (etableres i praksis i forbindelse med eksisterende samlebrønd) vil altid være pålagt grundejeren.

Tabel 5.3: Oversigt over anlægs- og fornyelsesomkostninger (i 1000 kr) forbundet med den enkelte løsning. Inkl. moms. Tallene er baseret på (DANAS, 2000), (Eilersen et al., 2001), (V & S Byggedata, 1999) og Hedeselskabet Miljø og Energi as.

Løsning	Behandlingsdel		Bundfældningstank	Pumpe m. el og trykrør	Pumpe m. kværn + brønd	Pumpeledning til hovedsystem (600 meter)	Ledningsomlægning	Total**
Nedsivning (ref.)	15		10	0-5	-	-	0-20	50 (25)
Minirensesanlæg (ref.)	50		10	10	-	-	0-20	90 (70)
1.0 Kloakering med trykssystem (kloakforsyningen) ***	-		-	-	35	60	-	95
1.2 Pileanlæg	45		10	0-5	-	-	0-20	80 (55)
1.3 Sandfilter	25		10	5	-	-	0-20	60 (40)
1.4 Rodzoneanlæg	20		10	0-5	-	-	0-20	55 (30)
2.2 Urinsortering-Pileanlæg	20	45	10	0-5	-	-	0-20	100 (75)
2.3 Urinsortering-Sandfilter	20	25	10	5	-	-	0-20	80 (60)
2.4 Urinsortering-Rodzoneanlæg	20	20	10	0-5	-	-	0-20	75 (50)
3.2 Samletank-Pileanlæg	30	40	10	0-5	-	-	0-20	105 (80)
3.3 Samletank-Sandfilter	30	20	10	5	-	-	0-20	85 (65)
3.4 Samletank-Rodzoneanlæg	30	15	10	0-5	-	-	0-20	80 (55)
Medlem af kloakforsyningen	22.5*		10	-	-	-	0-20	52.5 (32.5)

* tilslutningsbidrag ved separat afledning af regnvand fra ejendommen på egen grund.

** tallene i parentes under total er totale anlægsomkostninger hvis der er mulighed for kobling til eksisterende afløbssystem på grunden (ingen ledningsomlægning) og pumpning er unødvendig. Tallet kan reduceres med yderligere 10000 kr, hvis velfungerende bundfældningstank findes på stedet

*** Anlægsomkostning for kloakforsyningen. Kloakering ved trykssystem kan ikke anlægges privat og vil altid etableres i forbindelse med kloakforsyningen. Omkostningerne for grundejeren fremgår derfor af "Medlem af kloakforsyningen"

Privat løsning

Som det fremgår af figur 5.18, er nutidsværdiberegningerne (set fra grundejerens synspunkt) foretaget for følgende 3 modeller:

- **Total (ny)** – beregnet på baggrund af en investeringsperiode på 100 år (jfr. figur 5.16) uden fornyelsesudgift i år 100. Der regnes med en nyetablering af anlæg, dvs. der skal etableres nyt tilløbssystem samt bundfældningstank.
- **Total (eksisterende)** – beregnet på baggrund af en investeringsperiode på 100 år uden fornyelsesudgift i år 100. Tilløbssystem samt bundfældningstank eksisterer allerede på ejendommen.
- **Anlæg (ny) + 20 års drift** – beregnet på baggrund af en investeringsperiode på 20 år uden fornyelsesudgift i år 20. Der regnes med en nyetablering af anlæg, dvs. der skal etableres nyt tilløbssystem samt bundfældningstank.

Der er primært tale om en sammenlignende økonomioversigt og der tages forbehold for udsving i de anslåede anlægs- og driftsomkostninger (tabel 5.3/5.4).

Tabel 5.4: De årlige driftsomkostninger (kr pr. år) forbundet med de enkelte løsninger. Inkl. moms. Tallene er baseret på (DANAS, 2000), (Eilersen et al., 2001), (V & S Byggedata, 1999) og Hedeselskabet Miljø og Energi as.

Løsning	Tømning af bundfældnings-tanke	Tømning af samletanke (herunder urintanke)	Pumpe m. el og trykrør	Øvrig drift	Service og tilsyn	Spildevands-afgift (kr/m ³)
Nedsivning (ref.)	600	-	0-100		500 ³	0,5
Minirenselanlæg (ref.)	600	-	-	3000	2000	1,0
1.0 Kloakering med trykssystem¹	-	-	-	300 ²	-	24 ¹
1.2 Pileanlæg	600	-	0-100	1000	500	0,0
1.3 Sandfilter	600	-	100	-	500	1,6
1.4 Rodzoneanlæg	600	-	0-100	-	500	1,6
2.2 Urinsortering-Pileanlæg	600	300	0-100	1000	500	0,5
2.3 Urinsortering-Sandfilter	600	300	100	-	500	1,0
2.4 Urinsortering-Rodzoneanlæg	600	300	0-100	-	500	1,0
3.2 Samletank-Pileanlæg	-	4000	0-100	1000	500	1,0
3.3 Samletank-Sandfilter	-	4000	100	-	500	1,4
3.4 Samletank-Rodzoneanlæg	-	4000	0-100	-	500	1,4

¹ Årligt afledningsbidrag til kloakforsyningen (ca. 24 kr pr. m³) (Hillerød kommune).

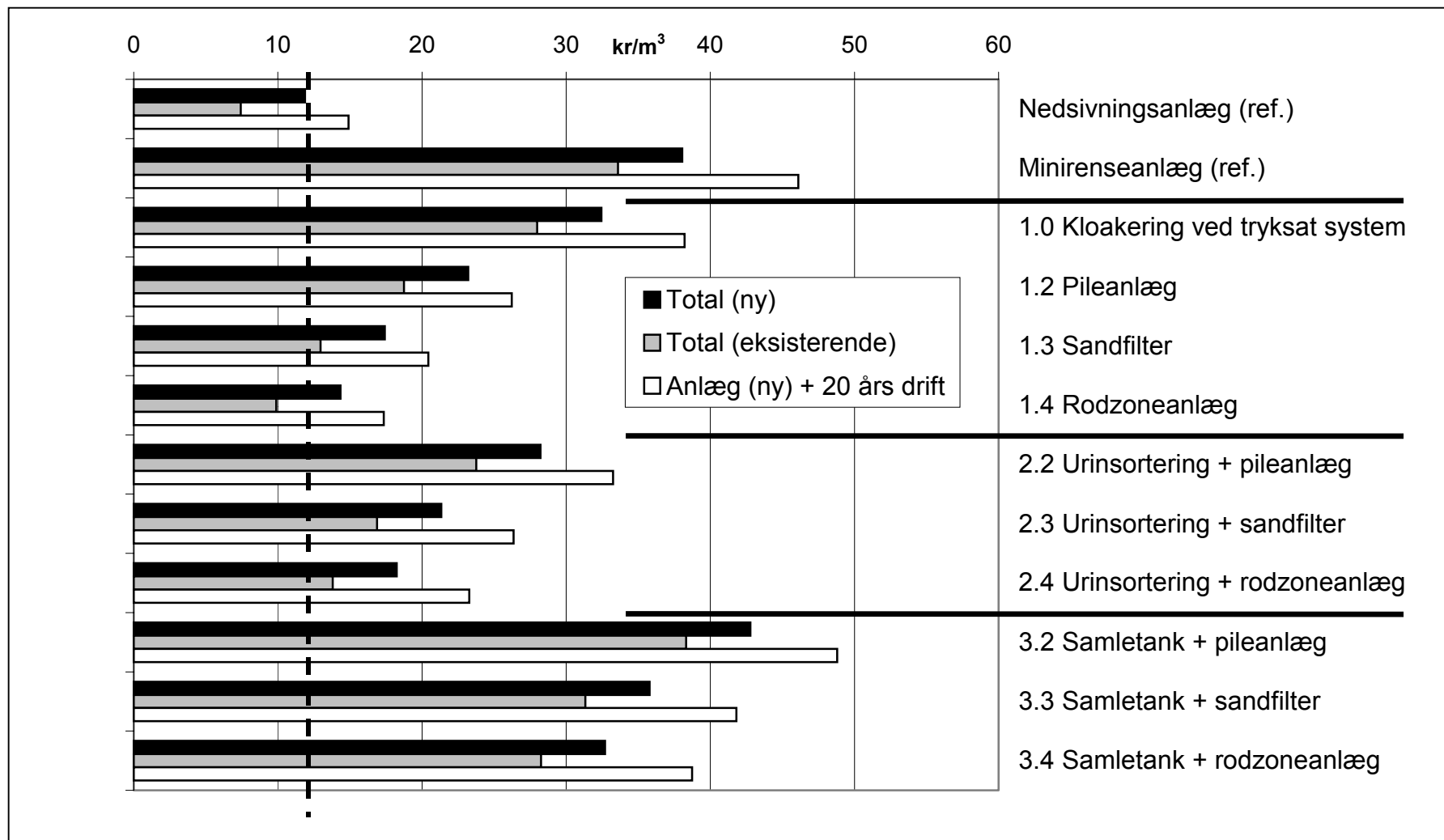
² Årlig driftsudgift for kommunen ved tryksat kloakering.

³ Service og tilsyn forventes udført af grundejeren selv ved private anlæg (undtagen ved minirenselanlæg).

Det bemærkes at den sammenlignende økonomioversigt er gennemført over en investeringsperiode på 100 år med en skønnet inflation på 2% og en pengemarkedsrente på 6%. Hvis inflationen sættes til 0% og renten til 6% vil de anslåede behandlingspriser (FAD) blive forøget med 10-25%. Sættes inflationen til 4% og renten til 6% vil behandlingspriser i figur 5.18 i stedet blive reduceret med 10-20% afhængig af løsningen. Det skal pointeres at mindre variationer i såvel inflation som rente ikke influerer på løsningernes indbyrdes placering i oversigten. Dog kan det konstateres at løsning **2.2 urinsortering + pileanlæg** faktisk bliver dyrere end **1.0 kloakering ved trykssystem**, når spændet mellem rente og inflation kommer over ca. 8,5%.

Alle de beregnede priser i figur 5.18 er udtryk for hvad grundejeren kommer til at betale pr. m³ spildevand han/hun udleder. Dvs. grundejeren kan ud fra figur 5.18 ”vurdere”, om det kan betale sig at tage imod kommunens tilbud om medlemskab af kloakforsyningen (samme niveau som ”1.0 Kloakering ved tryksat system (kloakforsyningen), eller om det bedre kan betale sig at etablere en privat løsning.

Det bemærkes, jfr. figur 5.18, at behandlingsprisen ved ”Anlæg (ny) + 20 års drift” er en smule større end ved ”Total (ny)”. Dette skyldes at fornyelsesudgifter (også i år 0, dvs. anlægsomkostninger) bliver delt over en kortere periode og dermed stiger den gennemsnitlige behandlingspris i investeringsperioden. Endvidere er levetiden for nogle komponenter længere end de 20 år. På baggrund af figur 5.18 vurderes det, at grundejeren ud fra et økonomisk synspunkt, bør vælge et medlemskab af kloakforsyningen når urin- og fæcesortering (brug af samletank) systemer samt minirenselanlæg er de eneste mulige løsninger. I alle andre tilfælde vil grundejeren spare penge ved at etablere et privat anlæg.



Figur 5.18: Samlet oversigt over omkostningerne (**for grundejeren**) til forrentning (F), afskrivning (A) og drift (D) forbundet med de enkelte løsninger (uden pumpe). Grundejeren kan selv varetage service og tilsyn med anlægget, undtagen i forbindelse med en kloakering med trykssystem (kommunal løsning) og minirensanlæg (ofte kommunal løsning).

Hvis grundejeren fravælger at etablere og drive et privat anlæg, skal kommunen vurdere dens faktiske udgifter i forhold til indtægten fra medlemsskabet af kloakforsyningen. Ved en løsning i kommunalt regi skal grundejeren altid betale udgiften til ledningsomlægning og etablering af bundfældningstank indenfor skel.

Figur 5.19 giver en samlet oversigt over de økonomiske konsekvenser set fra kommunens synsvinkel. I denne situation har grundejeren valgt et medlemsskab af den kommunale kloakforsyning og kommunen skal nu vurdere sine faktiske omkostninger ved etablering af en løsning for den pågældende grundejer. Omkostningerne ved etablering af de forskellige løsninger er sammenlignet med den indtægt som kommunen modtager via tilslutnings- og afledningsbidraget.

Som det fremgår af figur 5.19, er nutidsværdiberegningerne (set fra kommunens synspunkt) foretaget for følgende 2 modeller:

- **Total (ny)** – beregnet på baggrund af en investeringsperiode på 100 år uden fornyelsesudgift i år 100 (jfr. figur 5.16).
- **Anlæg (ny) + 20 års drift** – beregnet på baggrund af en investeringsperiode på 20 år uden fornyelsesudgift i år 20.

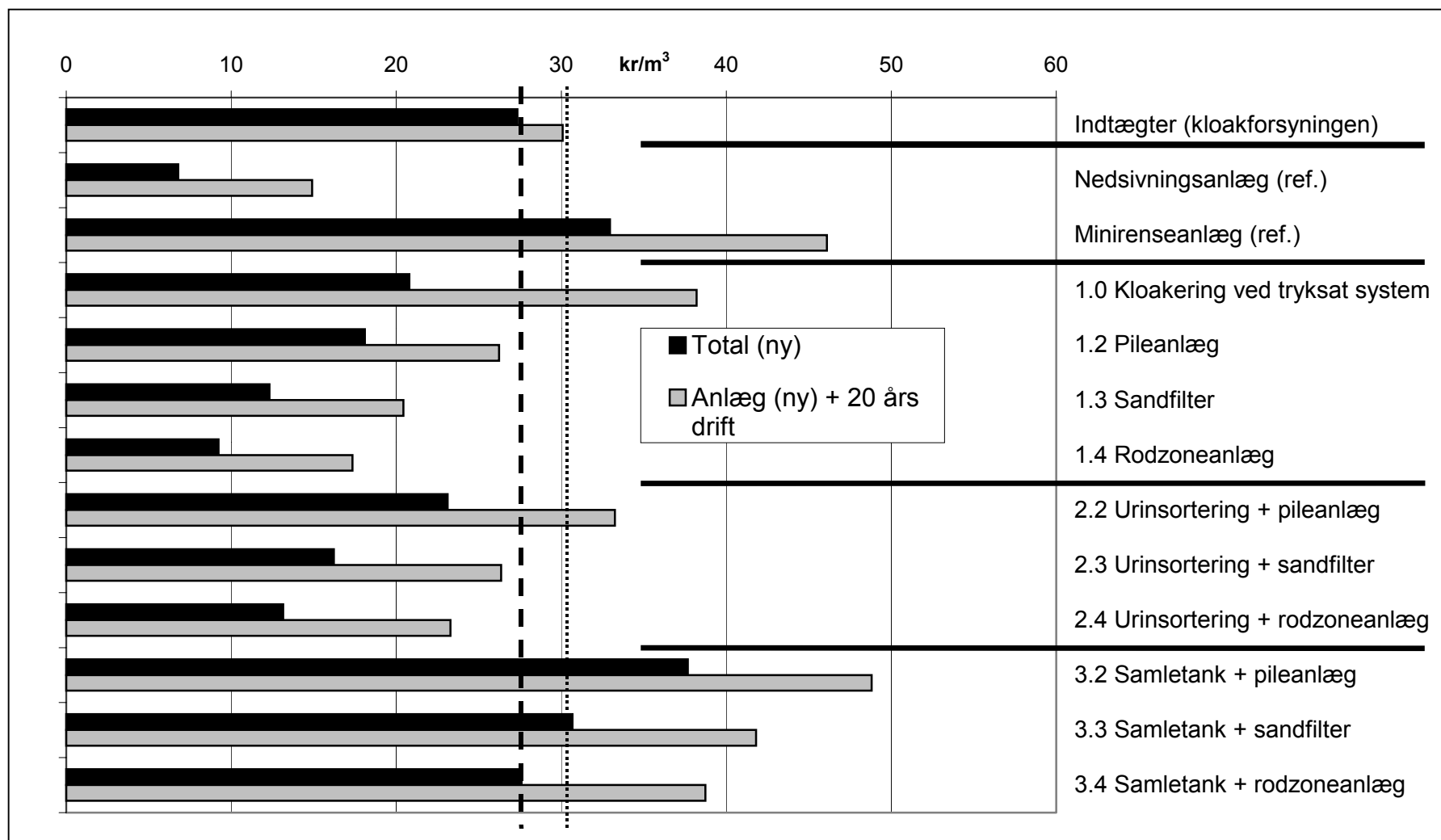
I figur 5.19 afbildes endvidere den indtægt som kommunerne modtager via kloakforsyningen (beregnet til ca. 29 kr/m³). Denne indtægt er ligeledes baseret på en investeringsperiode på 100 år. Endelig synliggøres det over/underskud som kommunen får ved etablering af den enkelte løsning, dvs. Indtægter (kloakforsyningen) - ”Total”.

Det bemærkes at når man foretager en sammenstilling af ”Anlæg + 20 års drift” og indtægter (kloakforsyningen), vil endnu flere af løsningerne give et underskud.

Figur 5.19 giver et klart billede af at de samlede omkostninger for kommunen (udtrykt ved behandlingsprisen) stiger med graden af sortering. Det ses ligeledes at kommunen får underskud når urin- og fæcesorteringe løsninger eller minirenselanlæg er de eneste mulige løsninger.

Det bemærkes, at en kloakering med trykledning forudsætter medlemsskab af kloakforsyningen. Dvs. kommunen kan vælge denne løsning i de tilfælde hvor grundejeren har taget imod et tilbud om medlemsskab af kloakforsyningen. Grundejeren skal således betale tilslutnings- og afledningsbidrag samt omkostninger forbundet med en eventuel ledningsomlægning på egen grund (Miljøstyrelsen, 1998). Det bemærkes at en tryksat kloakering lige akkurat kan finansieres med den indtægt kommunen modtager via kloakforsyningen. Dette forudsætter dog at afstanden til hovedspildevandsledningen ikke overstiger 600 m (grundlaget for den økonomiske sammenstilling, jfr. tabel 5.3).

De ovenfor beregnede værdier bør kun anvendes til en økonomisk sammenligning af forskellige anlægstyper. Beregningerne skal bl.a. ses med det forbehold at inflation og rente er antaget at være konstante, henholdsvis 2 og 6% i de næste 100 år.



Figur 5.19: Samlet oversigt over omkostningerne (**for kommunen**) til forrentning (F), afskrivning (A) og drift (D) forbundet med de enkelte løsninger (uden pumpe). Ved en løsning i kommunalt regi skal grundejeren altid betale udgiften til ledningsomlægning og etablering af bundfældningstank indenfor skel.

I næste afsnit opstilles de kriterier der skal anvendes i vurderingsmetoden til vurdering af de i dette kapitel opstillede systemalternativer. På dette tidspunkt er der lavet en vurdering af den faktiske miljøbelastning (som NPO) samt en økonomisk oversigt (omkostninger til forrentning, afskrivning og drift) for de opstillede systemalternativer.

7 Vurdering af spildevandssystemer

I dette kapitel vurderes forskellige spildevandssystemer i forhold til en række vurderingskriterier. Grundlaget for vurderingen er stedsanalysen som er beskrevet i kapitel 4 og opstillingen af spildevandssystemer som beskrevet i kapitel 5.

7.1 Mulige vurderingskriterier

Antallet af kriterier er en afvejning af, dels et tilstrækkeligt højt antal så en fornuftig struktur kan opnås, dels et tilstrækkeligt lavt antal så overblikket ikke mistes. Det største problem med opstilling af kriterierne er struktureringen af de elementer, der er indeholdt i kriterierne, på en sådan måde at alt væsentligt er talt med én gang og at intet er talt med to steder. Antallet af kriterier kan variere fra sted til sted, afhængig af det lokale behov.

Vurderingskriterier

Der er i det følgende anvendt 8 vurderingskriterier, der beskrives kortfattet nedenfor:

Ressourceforbrug og miljøbelastning (Miljø) – den samlede miljøbelastning (m. NPO), men også i forbindelse med anlæg, drift og bortskaffelse, potentiale for genanvendelse, transportbehov samt lokale og globale miljøeffekter herunder emissioner.

Hygiejne og sikkerhed (Hygiejne) - hygiejneforhold lokalt og regionalt, sikkerhed ved brug og drift.

Drift og vedligeholdelse (Drift) - driftssikkerhed og behov for menneskelige ressourcer (økonomiske og tidsmæssige krav til drift, vedligeholdelse, uddannelse af brugere og driftspersonale).

Brug og renholdning (Brug) - komfort, varme, lugt, støj, enkelthed i brug og rengøring.

Økonomi - investeringskrav, drift, rentabilitet, omkostningseffektivitet.

Selvforvaltning - lokal recirkulering, deltagelse, forståelse og indflydelse på beslutninger, anlæg og drift.

Robusthed - fleksibilitet i forhold til ændringer i krav, lovgivning og produktion af spildevand.

Demonstrationsværdi - afprøvning og fremvisning af alternative teknologier for at udbrede kendskabet til disse.

7.2 Stedsspecifik vurdering af kriterier

I det følgende foretages en stedsspecifik vurdering af mulige spildevandssystemer i Hillerød kommune. Der tages udgangspunkt i stedsanalysen (kapitel 4), hvor løsningerne vurderes i forhold til det udpegede område og de to enkeltejendomme. Ligeledes forsøges det på ejendomsniveau at inddrage forskellige beboerpræferencer i denne vurdering.

Miljø

De opstillede systemer er blevet indplaceret i nogle rensekasse (SOP, OP, SO eller O), i henhold til (Bek. nr. 501 af 21/6-1999). For det udpegede opland er der i regionplanerne (Frederiksborg Amt, 2000a) fastsat en rensekasse, til hvilken spildevandet i det åbne land skal renses. Miljøvurderingen af løsningerne bunder her alene i deres resulterende belastning af slutrecipienten, jfr. kapitel 5, siden det ikke har været indeholdt i dette projekt at kvantificere den øvrige miljøbelastning, f.eks. i et livscyklus-perspektiv. Det skal bemærkes at alle de sorterende løsninger officielt set ikke er godkendt til den rensekasse som de er indplaceret i. De er udelukkende blevet indplaceret ud fra den massestrømsanalyse som er gennemført i nærværende projekt (jfr. bl.a. Bilag 2 og Bilag 4).

Området: Det udpegede område af det åbne land i Hillerød kommune er underlagt 3 rensekasser, SO, OP og SOP (jfr. figur 4.2). Ifølge tabel 5.2 er der et antal systemer der renser til disse rensekasser. Disse systemer indgår derfor på lige fod i den afsluttende vurdering på de øvrige kriterier.

Ejendom 1: SOP er påkrævet for ejendommen. Nedsivningsanlæg kan i henhold til stedsanalysen ikke tillades på ejendommen. Derfor må løsningen vælges blandt de resterende SOP-systemer, jfr. tabel 5.2. Disse systemer indgår på ligefod i den afsluttende vurdering på de øvrige kriterier.

Ejendom 2: SO er påkrævet for ejendommen. Nedsivningsanlæg kan i henhold til stedsanalysen ikke tillades på ejendommen. Derfor må løsningen vælges blandt SO/SOP-systemerne, jfr. tabel 5.2. Disse systemer indgår på ligefod i den afsluttende vurdering på de øvrige kriterier.

Hygiejne

De sundhedsmæssige forhold skal være i orden. Lovgivningen stiller nogle krav som alle løsninger skal opfylde, og i nogle situationer stilles der særlige krav f.eks. hvis beboerne er særligt modtagelige for smitte.

Området: De lovgivningsmæssige krav til hygiejne skal være opfyldt, og der stilles ingen yderligere krav.

Ejendom 1: De lovgivningsmæssige krav til hygiejne skal principielt være opfyldt, men familien (øko-familie) er indstillet på at søge om midlertidig dispensation, hvis det er nødvendigt for at prøve nye systemer. Nogle af de mere lavteknologiske løsninger (herunder nedsivningsanlæg), medfører en risiko for kontakt med spildevand på overfladen af anlægget ved tilstopning af systemerne (jfr. "brug" og "drift"). Grundejeren ser dog ikke dette som en væsentlig barriere for en implementering af sådanne systemer.

Ejendom 2: De lovgivningsmæssige krav til hygiejne skal være opfyldt, og der stilles ingen yderligere krav. Der er risiko for kontakt med spildevand på jordoverfladen, ved overbelastning af systemet (eks. rodzoneanlæg). Grundejeren ser dette som en væsentlig barriere for en implementering af sådanne systemer.

Drift

Det er vigtigt at sikre at det etablerede anlæg til stadighed lever op til dets dimensionerede renseeffekt (jfr. rensekasser). For at sikre dette er der et behov for drift og tilsyn, hvis omfang er afhængigt af den valgte anlægstype.

Området: Der vil være et løbende behov for driftstilsyn på anlæggene (uanset hvilke anlæg der vælges), herunder periodevis tømninger af septik- og samletanke. Minirensanlæg stiller store krav til drift og vedligeholdelse (serviceeftersyn med udskiftning af sliddele), hvorimod kravet er mindre for de lavteknologiske løsninger (eks. sandfiltre, rodzoneanlæg og pileanlæg). I forbindelse med rodzoneanlæg og pileanlæg skal der påregnes en vis indsats til beskæring af planterne. Kommunen har en vis interesse i at etablere kloakering ved hjælp af trykledninger eftersom området allerede gennemskæres af en

<p>hovedspildevandsledning ind til Hillerød centralrenseanlæg. Ligeledes er man fra kommunens side tryk ved at drive disse systemer.</p> <p>Hvis grundejeren ikke ønsker en privat løsning og afstanden mellem ejendommen og hovedspildevandsledningen ikke er for stor (i praksis max. 600 meter i følge Hedeselskabet (2001), vil kommunen derfor vælge at etablere og drive en trykledning.</p>
<p>Ejendom 1: Der er tale om en landbrugsejendom og det vurderes at grundejeren har mulighed for at deltage aktivt i en given håndteringspraksis. Derfor anses de lavteknologiske alternativer at være oplagte for denne ejendom.</p>
<p>Ejendom 2: Det vides om grundejeren at denne kun i begrænset omfang ønsker at blive involveret i selve driften af et fremtidigt behandlingssystem. Som udgangspunkt ønsker grundejeren derfor at anlægget bliver etableret af kommunen og at kommunen ligeledes fører løbende tilsyn med systemet.</p>

Brug

Det er væsentligt at afklare brugeraspekterne omkring en given løsning for at kunne foretage et optimalt valg. Specielt i relation til de præferencer grundejeren har (jfr. dialogværkstedet). Det er vigtigt at grundejeren er tryk ved den daglige brug af systemet.

<p>Området: Brugeren skal være klar over, at en overbelastning (f.eks. pga. løbende cisterner og store fester) af bundfældningstankene giver øgede mængder af suspenderet stof i det efterfølgende behandlingssystem, der kan medføre tilstopning af filtermatricen (gælder eksempelvis for nedsivningsanlæg). Kapaciteten af tankene må således ikke overskrides. Ved en kloakering med trykssystem vil en periodevis overbelastning ikke give anledning til afledningsproblemer.</p> <p>Det må forventes, at de sorterende alternativer kræver et højere niveau af rengøring.</p>
<p>Ejendom 1: Bundfældningstanken på ejendommen er underdimensioneret, hvilket øger risikoen for overbelastning. Det bør overvejes at udskifte tanken.</p> <p>Der er tale om en landbrugsejendom og det forventes at ejeren vil være modtagelig overfor en ny håndteringspraksis. Derfor vil de mere lavteknologiske alternativer og sorterende løsning være favoriseret for denne ejendom.</p>
<p>Ejendom 2: Brugeren skal gøres bekendt med risikoen for overbelastning af systemet. Det antages at brugeren gerne vil satse på velkendte teknologier og ikke føler sig tryk ved de nye sorterende systemer (både urinsortering og samletanke).</p>

Økonomi

Der er foretaget en detaljeret økonomisk beregning på såvel anlægsomkostninger som driftomkostninger ved de opstillede spildevandssystemer. Ligeledes er der opstillet nogle behandlingspriser (FAD) ved implementering af de forskellige systemer. Dette skal bruges af kommuner og grundejere til at vurdere de økonomiske konsekvenser af de forskellige løsninger.

<p>Området: Kommunen skal udstede et påbud til grundejeren, hvis en forbedret rensning af spildevandet er påkrævet. Ligeledes skal de tilbyde grundejeren medlemsskab af kloakforsyningen. Grundejeren betaler et tilslutningsbidrag samt et afledningsbidrag pr. m³ spildevand der afledes fra ejendommen. Kommunen kan i henhold til figur 5.19 vurdere hvilke løsninger der er mest rentable i forhold til indtægten fra grundejerne.</p>
<p>Ejendom 1: Der er tale om et privat anlæg og grundejeren ønsker ikke medlemsskab af kloakforsyningen. Grundejeren ønsker at etablere og drive et anlæg på egen grund. Grundejeren modtager dog påbud fra kommunen om forbedret rensning, eftersom det eksisterende anlæg ikke lever op til de</p>

gældende krav.
Ejendom 2: Grundejeren ønsker medlemsskab af kloakforsyningen, eftersom han er mest tryk ved at lade kommunen etablere og drive et spildevandssystem på ejendommen.

Selvforvaltning

For nogle personer er det positivt selv at have indsigt og kontrol over sit spildevandssystem. For andre er det en fordel at blive involveret så lidt som muligt. Derfor er graden af selvforvaltning et vigtigt kriterie at diskutere lokalt. Vælges en høj grad af selvforvaltning skal det sikres at den nødvendige viden kan findes eller skabes.

Området: På dialogværkstedet i Hillerød foretrak hovedparten af deltagerne selv at etablere deres løsning. Derudover er der ingen viden om deltagernes præferencer mht. selvforvaltning.
Ejendom 1: Det er vigtigt for familien, at de selv har indsigt og kompetence i forhold til at etablere anlægget og få det til at fungere. Derfor gælder der for denne ejendom at jo mere selvforvaltning jo bedre.
Ejendom 2: Familien i denne ejendom foretrækker at have så lidt som muligt at gøre med deres spildevandssystem, og deres holdning er derfor jo mindre selvforvaltning jo bedre.

Robusthed

Løsninger der lever op til skrappeste rensklasse (SOP) selvom det ikke er påkrævet for deloplandet, er mere robuste end løsninger der kun lige opfylder den fastlagte rensklasse. Disse løsninger er derfor mere fremtidssikrede end de øvrige løsninger. Det kan dog forventes at eventuelle fremtidige krav på området ikke kommer til at omfatte N,P og BOD, men snarere miljøfremmede stoffer. Set fra grundejerens synsvinkel vil løsninger i kommunalt regi hermed være de mest robuste. En kloakering med trykssystem vil normalt altid være en robust løsning i forhold til reguleringen i det åbne land.

Det er ligeledes en vigtig pointe at nutidige investeringer ikke er tabt ved en fremtidig skærpelse af udledningskravene for det åbne land.

Området: Det (antages) at vandrammedirektivet ikke vil skærpe kravet til spildevandsrensning i det åbne land i Danmark.
Ejendom 1: Det antages at grundejeren prioriterer robustheden af løsningen højt, således at en eventuel fremtidig skærpelse af lovgivningen allerede er tilgodeset. Ligeledes ønsker han ikke at tabe sin nutidige investering, hvis der i fremtiden bliver stillet krav om en mere effektiv rensning af ejendommens spildevand.
Ejendom 2: Familien foretrækker at afvente kommende krav og prioriterer derfor robusthed lavt.

Demonstrationsværdi

Løsningen med eksempelvis urinsortering og pileanlæg vil demonstrere et vandbesparende toiletsystem med opsamling af urin med efterfølgende bortskaffelse. Da den miljømæssige gevinst ved denne løsning i forhold til kloakering ved tryksatte systemer er tvivlsom, og da vakuumtoiletter ikke kan forventes at vinde indpas i forbindelse med enkeltejendomme i det åbne land, er demonstrationseffekten tvivlsom.

Området: Det vides ikke om der blandt borgerne i området, findes særlige ønsker til spildevandsløsningernes demonstrationsværdi.
Ejendom 1: Det er vigtigt for familien at få være med til at afprøve og udvikle nye teknologier og derfor er demonstrationsværdi vigtigt for familien.
Ejendom 2: Familien har ønske om at kunne fremvise et lovligt og effektivt anlæg, men de ønsker ikke nødvendigvis en ny teknologi.

7.3 Sammenfattende vurdering

I nedenstående tabel findes en sammenfattende vurdering af de opstillede spildevandssystemer i forhold til en *kloakering ved tryksystem* for det udpegede område (tabel 6.1)

Vurderingsskalaen i tabel 6.1 spænder fra, at det foreslåede system er meget dårligere/dyrere/besværligere end kloakering ved tryksystem (-5) til at det er meget bedre (5). De opstillede systemer kan således sammenlignes inden for hver af de otte vurderingsparametre. Sammenligningen kan derimod ikke ske direkte vandret, idet parametrenes vigtighed ikke er vægtet i forhold til hinanden. I relation til vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land er miljøkriteriet vægtet højest (kravet til rensning skal være opfyldt), eftersom det udtrykker et lovgivningsmæssigt grundlag for vurderingen. Det bemærkes, at de systemer der ikke opfylder den krævede rensklasse til et givent område eller ejendom, ikke er medtaget i tabellerne. Miljøkriteriet (opfyldelse af rensklasse) har således allerede sorteret et antal løsninger fra i forhold til tabel 5.2.

Systemet kan forklares ved et eksempel:

Etablering af urinsortering kombineret med rensning med pileanlæg, scorer karakteren 2 under økonomi (jfr. tabel 6.1). Det betyder, at omkostningerne ved etablering af systemet er lidt lavere end omkostningerne forbundet med en kloakering med trykledning. Brugs-kriteriet vurderes til "-3", eftersom de urinsorterende toiletter medfører et højere rengøringsniveau end de traditionelle for at opretholde den hygiejniske standard. Scoren for de to vurderingsparametre kan imidlertid ikke sammenlignes umiddelbart, eftersom de ikke er vægtet i forhold til hinanden.

I henhold til stedsanalysen findes der overvejende nedsivningseget undergrund i delområdet af Hillerød kommune, hvorfor nedsivningsanlæg er det rette valg for mange ejendomme. Det bemærkes dog, at en eventuel påvirkning af grundvandskvaliteten ikke er vurderet. I de områder hvor der stilles krav om rensning til rensklasse SOP, men hvor nedsivning ikke er muligt, vil etablering af tryksatte systemer være en oplagt mulighed. Dette forudsætter dog at grundejeren ikke ønsker at etablere og drive et privat anlæg, og at afstanden til den eksisterende hovedspildevandsledning ikke er for stor.

Tabel 6.1: Samlet vurdering (relativ score) af mulige løsninger for **området** (udfra rensklasse) i forhold til en kloakering med trykssystem. Økonomikriteriet er vurderet i forhold til et medlemsskab af kloakforsyningen (herunder kloakering med trykssystem), set fra grundejerens synsvinkel, jfr. figur 5.18 (Total (ny)).

Løsning	Kriterie	Rensklasse (miljø)	Hygiejne	Drift	Brug	Økonomi	Selvforvaltning	Robusthed	Demo
<i>Nedsivning (ref.)</i>		SOP	-2	-1	-2	5	2	-2	0
<i>Minirensesanlæg (ref.)</i>		SOP	0	-3	-2	-4	0	-2	1
1.0 Kloakering med trykssystem		SOP	0	0	0	0	0	0	0
1.2 Pileanlæg		SOP	-2	-3	-1	2	3	-1	3
1.3 Sandfilter		SO	-2	-1	-2	3	2	-3	1
2.2 Urinsortering-Pileanlæg		SOP	-3	-5	-3	2	5	0	5
2.3 Urinsortering-Sandfilter		SO	-3	-3	-3	2	5	-1	5
2.4 Urinsortering-Rodzzoneanlæg		SO	-3	-5	-3	3	5	-1	5
3.2 Samletank-Pileanlæg		SOP	-2	-5	-2	-5	3	0	3
3.3 Samletank-Sandfilter		SOP*	-2	-5	-2	-3	3	-1	3
3.4 Samletank-Rodzzoneanlæg		SOP*	-2	-5	-2	0	3	-1	3

* ved substitution med fosforfrie vaskemidler i husholdningen

I forbindelse med en vurdering af spildevandsalternativerne for de to ejendomme er der blevet foretaget en vægtning af vurderingskriteriernes vigtighed. Beboerne i de udvalgte ejendomme har en meget forskellig prioritering af de opstillede kriterier, såkaldte præferenceprofiler, som det fremgår af tabel 6.2. Dette fremgår også af stedsanalysen og den gennemførte vurdering på enkeltkriterier. Der gøres opmærksom på, at de benyttede præferenceprofiler er opstillet på baggrund af dialogværkstedet i Hillerød kommune, men at de ikke afspejler de virkelige beboeres præferencer.

Tabel 6.2: Forskellige præferenceprofiler er indikeret ved en prioritering af vurderingskriterierne af beboerne i de 2 ejendomme.

Vurderingskriterier	Ejendom 1	Ejendom 2
Hygiejne	0,1	0,3
Drift	0	0,3
Brug	0	0,3
Økonomi	0,1	0,1
Selvforvaltning	0,3	0
Robusthed	0,3	0
Demo	0,2	0
Total	1,0	1,0

Med udgangspunkt i de fremsatte præferenceprofiler i tabel 6.2 er der beregnet et antal vægtede scorer for hver enkelt løsning kombineret med hvert enkelt vurderingskriterie. Disse vægtede scorer fremgår af tabel 6.3 og 6.4 for henholdsvis ejendom I og II.

Tabel 6.3: Samlet vurdering (vægtet score) af mulige løsninger for **ejendom 1** (på baggrund af kravet til rensklasse og grundejerens præferencer, jfr. tabel 6.2) i forhold til en kloakering ved trykssystem. Økonomikriteriet er vurderet i forhold til et medlemsskab af kloakforsyningen, jfr. figur 5.18 (**Total (ny)**).

Løsning	Kriterie	Rensklasse (miljø)	Hygiejne	Drift	Brug	Økonomi	Selvforvaltning	Robusthed	Demo
<i>Minirensesanlæg (ref.)</i>		<i>SOP</i>	0	0	0	-0,4	0	-0,6	0,2
1.0 Kloakering ved trykssystem		<i>SOP</i>	0	0	0	0	0	0	0
1.2 Pileanlæg		SOP	-0,2	0	0	0,2	0,9	-0,3	0,6
2.2 Urinsortering-Pileanlæg		SOP	-0,3	0	0	0,2	1,5	0	1
3.2 Samletank-Pileanlæg		SOP	-0,2	0	0	-0,5	0,9	0	0,6
3.3 Samletank-Sandfilter		SOP*	-0,2	0	0	-0,3	0,9	-0,3	0,6
3.4 Samletank-Rodzoneanlæg		SOP*	-0,2	0	0	0	0,9	-0,3	0,6

* ved substitution med fosforfrie vaskemidler i husholdningen

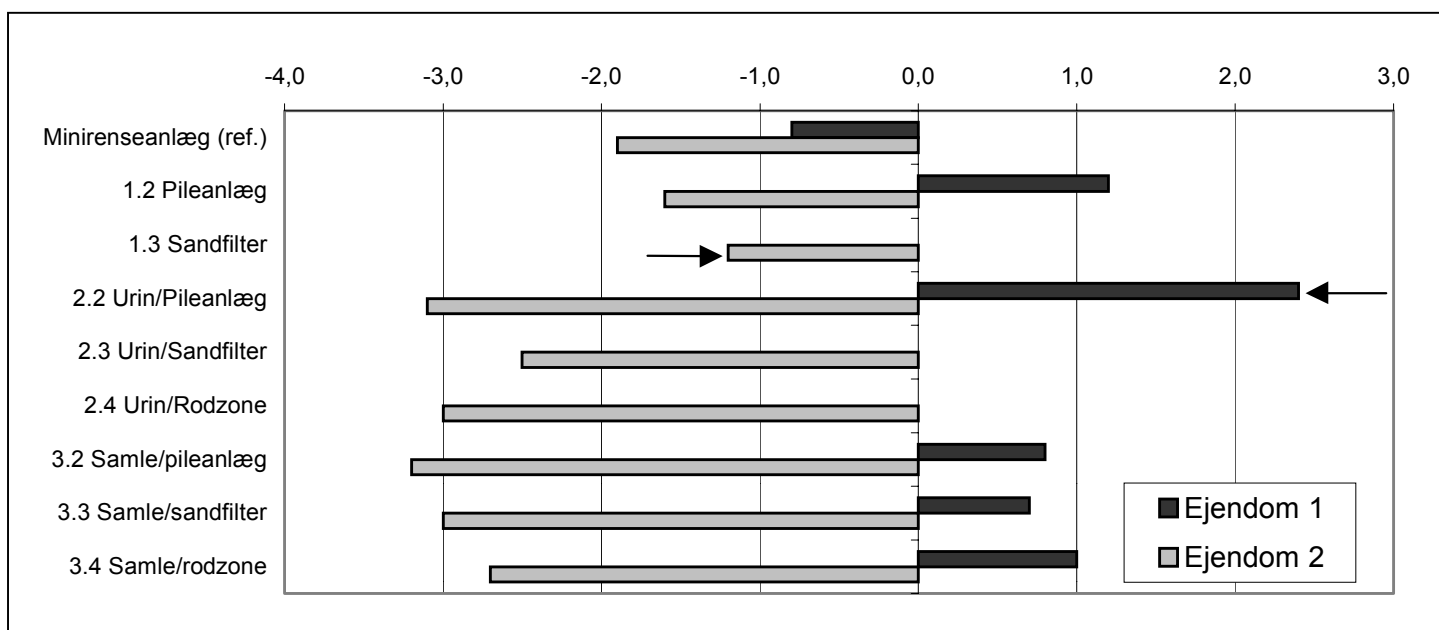
De vægtede scorer i tabel 6.3 er fremkommet ved - for hver enkelt systemalternativ - at multiplicere scoren for et kriterie (fremgår af tabel 6.1) med præferencen for samme (fremgår af tabel 6.2). Værdien 1,5 for **2.2 Urinsortering/pileanlæg** under selvforvaltning er fremkommet ved:
 $5 \cdot 0,3 = 1,5$.

Tabel 6.4: Samlet vurdering af mulige løsninger for **ejendom 2** (på baggrund af kravet til rensklasse og grundejerens præferencer, jfr. tabel 6.2) i forhold til en kloakering ved trykssystem. Økonomikriteriet er vurderet i forhold til et medlemsskab af kloakforsyningen, jfr. figur 5.18 (**Total (ny)**).

Løsning	Kriterie	Rensklasse (miljø)	Hygiejne	Drift	Brug	Økonomi	Selvforvaltning	Robusthed	Demo
<i>Minirensesanlæg (ref.)</i>		<i>SOP</i>	0	-0,9	-0,6	-0,4	0	0	0
1.0 Kloakering ved trykssystem		<i>SOP</i>	0	0	0	0	0	0	0
1.2 Pileanlæg		SOP	-0,6	-0,9	-0,3	0,2	0	0	0
1.3 Sandfilter		SO	-0,6	-0,3	-0,6	0,3	0	0	0
2.2 Urinsortering-Pileanlæg		SOP	-0,9	-1,5	-0,9	0,2	0	0	0
2.3 Urinsortering-Sandfilter		SO	-0,9	-0,9	-0,9	0,2	0	0	0
2.4 Urinsortering-Rodzoneanlæg		SO	-0,9	-1,5	-0,9	0,3	0	0	0
3.2 Samletank-Pileanlæg		SOP	-0,6	-1,5	-0,6	-0,5	0	0	0
3.3 Samletank-Sandfilter		SOP*	-0,6	-1,5	-0,6	-0,3	0	0	0
3.4 Samletank-Rodzoneanlæg		SOP*	-0,6	-1,5	-0,6	0	0	0	0

* ved substitution med fosforfrie vaskemidler i husholdningen

Det bemærkes at samtlige systemalternativer scorer negativt i forhold til en kloakering ved trykssystem for ejendom 2. Dette skyldes beboernes ønsker om minimumskrav til drift og brug og at de ikke lægger vægt på selvforvaltning, robusthed og demonstrationsværdi af løsningerne.



Figur 6.1: En illustration af den vægtede total-score ved valg af en given spildevandsløsning for de 2 ejendomme. En løsning med kloakering ved trykssystem svarer til en total vægtet score på 0.

Figur 6.1 illustrerer hvor godt de forskellige løsninger samlet set lever op til beboernes præferencer (i 2 ejendomme). Værdien er fremkommet som vandrette summer fra tabel 6.3 og 6.4. De to modsatrettede præferenceprofiler kommer tydeligt til udtryk i figur 6.1. De ligger placeret omkring en kloakering ved trykssystem (0), fordelt i positiv (bedre alternativ) og negativ retning (dårligere alternativ).

Det bemærkes at figur 6.1 giver udtryk for en vægtet total-score på baggrund af grundejerens prioritering i tabel 6.2. En tilsvarende prioritering af løsningerne ud fra kommunens politiske målsætninger er ikke gennemført, og figur 6.1 kan derfor ikke umiddelbart bruges af kommunen til en prioritering af systemalternativerne.

Bedste løsning for ejendom 1

Det bemærkes at hovedparten af systemalternativerne for ejendom 1 samlet scorer positivt (jfr. også figur 6.1) i forhold til en kloakering med trykssystem. Dette skyldes primært beboernes vilje til at forestå en privat etablering af spildevandsanlæg, samt en vilje til at adaptere sig nye teknologier. Ligeledes ønsker beboerne en høj grad af selvforvaltning og demonstrationsværdi af løsningerne.

Denne ejendom får påbud fra kommunen om forbedret rensning til rensklasse SOP. Grundejeren ønsker at etablere og drive et privat anlæg, hvorfor en etablering af **2.2 urinsortering og pileanlæg** ses som den bedste mulighed (højeste score på 2,4 i forhold til kloakering ved trykssystem). I forbindelse med nyetablering af pileanlægget, bør der anlægges en ny bundfældningstank med den foreskrevne dimensionering. En suppling med urinsortering sikrer grundejeren en højere grad af selvforvaltning i løsningen. Hermed har grundejeren mulighed for at recirkulere en stor del af næringsstofferne i sit spildevand som gødning. Grundejeren fravælger minirensesanlæg og systemerne baseret på samletanke, primært pga. økonomien (de er for dyre).

Skulle løsningen etableres i kommunalt regi, vurderes det at en kloakering ved trykssystem kunne være oplagt for ejendommen, jfr. ”Stedsanalysen i kapitel 4.

Bedste løsning for ejendom II

Ejendom II får påbud fra kommunen om forbedret rensning til rensklasse SO.

Grundejeren har udtrykt at man ikke har mod på etablering af sorterende systemer. Ligeledes har man ikke ønsket at etablere en løsning som er robust, hvorfor man ikke ser nogen grund til andet end netop at overholde rensklasse SO. Hvorvidt løsningen vælges robust eller ej er i sidste ende en kommunal beslutning, når grundejeren ikke ønsker at etablere og drive sit eget anlæg. Hvis grundejeren havde ønsket at etablere og drive et privat anlæg, ville et **1.3 biologisk sandfilter** være den bedste løsning for denne ejendom (højeste scorer på -1,2 i forhold til kloakering ved trykssystem). Kommunen har ikke mulighed for (grundet økonomiske overvejelser) at etablere en trykledning fra ejendommen, fordi afstanden til hovedsystemet er for stor (over 800 meter). Kommunen vælger derfor formentlig at etablere et **1.3 biologisk sandfilter**, primært af hensyn til økonomien. Kommunen har tilsynspligt med anlægget.

Afsluttende kommentarer

Den samlede vurdering af de enkelte løsninger er nu blevet foretaget med en relativ score på et antal kriterier (tabel 6.1) samt udfra en specifik grundejer-prioritering på 2 ejendomme i Hillerød kommune (jfr. tabel 6.2, 6.3 og 6.4 samt figur 6.1).

Den relative score giver en samlet (generel) vurdering af de opstillede systemalternativer. Tabel 6.1 kan således bruges til en generel vurdering af spildevandsløsninger for det åbne land i Danmark.

Den gennemførte vurdering på ejendomsniveau (udfra tabel 6.2, 6.3 og 6.4 samt figur 6.1), illustrerer et eksempel på hvorledes grundejerens prioritering af et antal kriterier influerer på dennes valg af løsning. Det pointeres at det ikke er en kommunal prioritering der danner grundlag for den ejendoms-specifikke vurdering i afsnittet.

8 Sammenfatning og konklusion

Der er i denne rapport opstillet et antal alternative løsninger for spildevandshåndtering i det åbne land. Undersøgelsen beskæftiger sig specifikt med 2 ejendomme beliggende i et delområde af Hillerød kommune, men principperne har generel relevans.

Systemerne er blevet opstillet og beskrevet, hvorefter der er gennemført en massestrømsanalyse og en økonomisk vurdering af det enkelte alternativ. Endelig er de opstillede systemer vurderet ud fra 8 opstillede kriterier set i lyset af de lokale, stedbundne betingelser. Den gennemførte undersøgelse indgår som case i projektet ”Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser”, der har til formål at udvikle en planlægnings- og vurderingsmetode til løsning af spildevandsproblemer i områder uden kloakering i traditionel forstand.

Stedsanalyse og dialogværksted

Et optimalt valg af løsning for en ejendom i det åbne land forudsætter en grundig kortlægning af begrænsninger og muligheder på den pågældende lokalitet (*stedsanalyse*) samt at der skabes dialog med borgerne om grundlaget for valg af løsning. Herefter skal der følge en objektiv vurdering af en bred vifte af mulige spildevandssystemer. I det konkrete område af Hillerød kommune gav stedsanalysen bl.a. en indikation af at såvel jordbunds- som grundvandsforhold gjorde at nedsivning ikke var en rimelig løsning. Disse forhold gjorde også at nedsivningsanlæg ikke blev foreslået for nogle af de udpegede ejendomme. Et dialogværksted gennemført i et (andet) delområde af Hillerød kommune gav værdifuld information om borgernes præferencer mht. valg af spildevandsløsning.

Systemalternativer

De opstillede systemer er baseret på forskellige kombinationer af renere teknologi (brug af fosfatfrie vaskemidler), sorterende systemer (urinsortering og urin- og fæcessortering) og forskellige renseforanstaltninger (f.eks. biologiske sandfiltre).

Massestrømsanalyse og renseskasser

Den gennemførte massestrømsanalyse har vist at de sorterende systemer ikke kan leve op til de foreskrevne renseskasser i spildevandsbekendtgørelsen, med mindre de kombineres med en renseforanstaltning. Dette er nødvendigt for at sikre en tilstrækkelig fjernelse af det organiske stof i det grå spildevand.

Massestrømsanalysen viste endvidere at urinsortering i kombination med såvel biologiske sandfiltre som rodzoneanlæg kun lever op til renseskasse SO i spildevandsbekendtgørelsen. Urinsorterende løsninger kan imidlertid opfylde renseskasse SOP, når usikkerheden i det anvendte datagrundlag tages i betragtning.

Urin- og fæcessortering i kombination med såvel biologiske sandfiltre som rodzoneanlæg lever kun op til alle renseskasser, når løsningen suppleres med et krav om anvendelse af renere teknologi (dvs. brug af P-frie vaskemidler i husholdningen). Systemer hvori der indgår pileanlæg lever op til alle renseskasser i spildevandsbekendtgørelsen.

Økonomi

De økonomiske overslagsberegninger har vist, at udgifterne forbundet med de forskellige løsninger er meget varierende. Dette gælder også for systemer der lever op til den samme renseskasse. F.eks. er der for SOP-systemerne

beregnet behandlingspriser (FAD), der svinger fra ca. 7 til 38 kr/m³ (set fra grundejerens synsvinkel når der eksisterer tilløbssystem samt velfungerende bundfældningstank på ejendommen). Økonomien vil derfor have stor betydning for såvel grundejerens som kommunens valg af et fremtidigt spildevandssystem for enkeltejendomme i det åbne land. De samlede omkostninger for såvel kommunen som grundejeren (udtrykt ved behandlingsprisen) stiger med graden af sortering.

Det kan på baggrund af overslagsberegningerne vurderes, at grundejeren udfra et økonomisk synspunkt bør vælge et medlemskab af kloakforsyningen når urin- og fæcessortering (brug af samletank) systemer samt minirensaanlæg er de eneste mulige løsninger. I alle andre tilfælde vil grundejeren spare penge ved at etablere et privat anlæg. Modsat får kommunen underskud (i forhold til indtægten via kloakforsyningen) når urin- og fæcessortering løsninger eller minirensaanlæg er de eneste mulige løsninger.

Miljø

Det fremhæves, at ”Miljø-kriteriet” (udtrykt ved renseskasserne) i henhold til den gældende lovgivning, har fået 1. prioritet (et ultimativt krav) ved udvælgelsen af løsningerne. Således er en løsning ikke blevet vurderet yderligere, hvis den ikke lever op til den udpegede renseskasse for området. En mere generel vurdering af miljøbelastningen i forbindelse med de forskellige løsninger er ikke gennemført.

Generel og ejendomsspecifik vurdering

Den gennemførte vurdering har bl.a. givet en generel vurdering (ved brug af en relativ score) af systemalternativerne på et antal kriterier, der kan bruges til udpegning af løsninger for det åbne land i Danmark. Der er endvidere gennemført en ejendomsspecifik vurdering, hvor den enkelte grundejers prioritering danner grundlaget for den endelige vurdering og udpegning af den bedste løsning for den pågældende ejendom.

Det gennemførte arbejde med vurdering af mulige spildevandssystemer i det åbne land af Hillerød kommune har vist at grundejerne med stor succes kan inddrages (gennem afholdelse af dialogværksteder) i en diskussion af spildevandsløsninger i det åbne land.

Status mht. godkendte løsninger

I forbindelse med opstillingen af løsningerne skal det afslutningsvis bemærkes at ikke alle systemerne er godkendt i Danmark. Der findes således kun vejledninger for nedsivningsanlæg, rodzoneanlæg og sandfiltre samt en godkendelsesordning for minirensaanlæg. Der findes endnu ikke (ultimo 2001) typegodkendte minirensaanlæg på markedet i Danmark (efter Bek. nr. 500 af 21/6-2001). Retningslinier for og komplikationer i forbindelse med etablering af pileanlæg bliver i øjeblikket undersøgt i projekter under Aktionsplanens Tema 1. Herefter kan det forventes at der også bliver udarbejdet en vejledning for disse anlæg. Amter og kommuner kan dog give dispensation til en etablering af systemerne ved en vurdering i den enkelte sag. Der er allerede etableret kommunale pileanlæg (forsøgsanlæg) i Hillerød kommune (Hedeselskabet, 2001).

9 Ordliste

<i>BOD₅</i>	Biokemisk iltforbrug. Mængden af organisk stof udtrykt ved den mængde ilt (O ₂) der skal til for at nedbryde det organiske stof under iltholdige forhold. Kan også angives i mængder pr. døgn, eksempelvis 60 g BOD ₅ /(p·d). Indekset på 5 henviser til målemetoden, der løber over en periode på 5 døgn.
<i>Nitrifikation</i>	En iltkrævende bakteriel proces der omdanner ammonium (NH ₄ ⁺) til nitrat (NO ₃ ⁻). Det er mængden af ammonium og dermed nitrifikationspotentialet der skal mindskes ved rensning af spildevandet. Det er væsentligt at skelne mellem mængden af nitrifikation og den totale mængde kvælstof i spildevandet eftersom fjernelsen af disse kvælstof-fraktioner ikke er den samme i de forskellige behandlingsanlæg. Hovedparten af kvælstoffet i husspildevand er dog på NH ₄ ⁺ -form (82%).
<i>Total-P</i>	Total fosfor. Fosforindholdet i alle forekommende fosforforbindelser i spildevandet. Angiver således den totale mængde fosfor i spildevandet (g P/(p·år)).
<i>Ammonifikation</i>	En såvel aerob som anaerob proces der frigiver organisk bundet kvælstof som ammonium.
<i>MBNDKF</i>	En forkortelse for traditionelle danske renseanlæg med mekanisk rensning, biologisk rensning for organisk stof og kvælstof (nitrifikation/denitrifikation) samt kemisk rensning for fosfor.
<i>PB</i>	Personbidrag: f.eks. 14 g N/(p·d)
<i>FAD</i>	Samlede omkostning til <u>f</u> orrentning, <u>a</u> fskrivning og <u>d</u> rift i kr/m ³

10 Referencer

Diverse love og bekendtgørelser fra Miljø- og Energiministeriet:

Bek. nr. 500 af 21/6-1999: Bekendtgørelse om typegodkendelsesordning for minirenselanlæg. Miljø- og Energiministeriet.

Bek. nr. 501 af 21/6-1999: Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4. Miljø- og Energiministeriet.

LBK. nr. 923 af 5/12-1997: Lov om betalingsregler for spildevandsanlæg. Miljø- og Energiministeriet.

Bek. nr. 49 af 20/1-2000 (gældende): Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljø- og Energiministeriet.

LBK. nr. 753 af 25/8-2001: Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse - Miljøbeskyttelsesloven, revideret på baggrund af lov nr. 373 af 2/6-1999. Miljø- og Energiministeriet.

Lov nr. 342 af 17/5-2000: Lov om ændring af lov om betalingsregler for spildevandsrensning. Miljø- og Energiministeriet.

Vejledninger fra Miljø- og Energiministeriet:

Miljøstyrelsen (1998): Betalingsregler for spildevandsanlæg, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 12, 1998. Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (1999a): Rodzoneanlæg op til 30 PE, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 1999. Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (1999b): Nedsivningsanlæg op til 30 PE, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1999. Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (1999c): Biologiske Sandfiltre op til 30 PE, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1999. Miljø- og Energiministeriet.

Øvrige publikationer fra Miljøstyrelsen:

Miljøstyrelsen (2000): Punktkilder 1999, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 19, Miljø og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen og Skov- og naturstyrelsen (2000): Vandmiljø-2000, Status og perspektiver for et renere vandmiljø, Redegørelse nr. 7, Miljøstyrelsen og Skov og Naturstyrelsen.

Anden litteratur og referencer:

Butler, D., Friedler, E. og Gatt, K. (1995): Characterising the quantity and quality of domestic wastewater inflows, Imperial College, London, UK, Water Science and Technology, Vol. 31, No. 7, pp. 13-24.

Christoffersen, M. (2001): Variationsanalyser af gråt spildevand, Eksamensprojekt, Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

DANAS (2000): Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, Dansk Afløbs- og spildevandsforening (DANAS).

Eilersen, A.M., Tjell, J.C. & Henze, M. (1998): Muligheder for jordbrugsanvendelse af affald fra husholdninger. In: Magid, J. (ed.), Re-cirkulering fra by til land? - om næringsstoffer på afveje (Recirculation from urban areas to agriculture? - nutrients going astray), pp. 11-40. Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL, København.

Eilersen et al. (2001): Tekinfo, Teknologisk informationsværktøj.
www.er.dtu.dk/projects/tekniskbyokologi/tekinfo.
Tilgængeligt efter 31/1-2002.

Frederiksborg Amt (1999): Punktkilder 1998, Teknik & Miljø, Frederiksborg Amt, VANDMILJØ – overvågning nr. 55.

Frederiksborg Amt (1997): Regionplan 1997 + tillæg.

Frederiksborg Amt (2000): Regionplan 2001 – Forslag.

Frederiksborg Amt (2000a): Spildevandsrensning i det åbne land, Regionplantillæg nr. 5 til regionplan 1997, Frederiksborg Amt juli 2000.

Gabriel, S. (2000): Beskrivelse og vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land – Baggrundsmateriale til dialogværksted den 5/9-2000. Hedeselskabet, Roskilde.

Hedeselskabet (2001): Forslag til Tillæg nr. 17 til Hillerød kommunes spildevandsplan 1990-2001, Hillerød kommune og Hedeselskabet Miljø og Energi as.

Henze, M. (1997): Waste design for households with respect to water, organics and nutrients, Water Science and Technology, Vol 35, No. 9, pp. 113-120.

Hillerød Kommune (1995a): Kommuneplan 1995-2007 - Hovedstruktur. Hillerød kommune.

Hillerød Kommune (1995b): Kommuneplan 1995-2007 - Rammer. Hillerød kommune.

Hillerød Kommune (1995c): Kommuneplan 1995-2007 - Redegørelse.

Hillerød Kommune (1999a): Miljøplan 1999. Hillerød Kommune.

Hillerød Kommune (1999b): Miljøreddegørelse med grønt regnskab. Hillerød Kommune.

Hoffmann, B., Nielsen, S.B., Mikkelsen, P.S., Elle, M. og Gabriel, S. (2001): Dialogværksteder – inspiration til dialog, "Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser", BYG.DTU og M&R DTU (under forberedelse).

Jönsson, H., Stenström, T-A., Svensson, J. og Sundin, A. (1997): Source separated urine-nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination, Water Science and Technology, Vol 35, No. 9, pp. 145-152.

Jørgensen, K.R., Hasling, A.B. og Dahl, S.Ø. (1991): Idékatalog til rensning af spildevand fra enkeltejendomme, Frederiksborg, Ribe, Storstrøms, Sønderjyllands, Vejle og Århus Amt.

Larsen, T.A. og Gujer, W. (1996): Separate management of anthropogenic nutrient solutions (human urine), Water Science and Technology, Vol 34, No. 3-4 , pp. 87-94.

Naturvårdsverket (1995): Vad innehåller avlopp från hushåll? - Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt- & duschvatten, Naturvårdsverket, rapport 4425.

Nielsen, S.B., Hoffmann, B., Elle, M. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vejledning i stedsanalyse, "Vurdering af bæredygtig spildevandshåndtering i kloakløse bebyggelser", BYG.DTU og M&R DTU (under forberedelse).

Sulsbrück, P. (1999): Personlig kommunikation den 1.12.1999. Hillerød Kommune.

V & S Byggedata (1999): Anlæg – Brutto 1999, V&S Byggedata.

Winther, L., Henze, M., Linde., J. J. og Jensen, H.T (1998): Spildevandsteknik, Polyteknisk Forlag, Lyngby, Danmark.

Bilag 1: Dialogværksted i Hillerød kommune

Hillerød kommune har som led i udarbejdelsen af deres spildevandsplan for det åbne land afholdt et dialogværksted om spildevand i det åbne land. Mødet blev holdt den 5. september 2000 kl 17-21. Et dialogværksted er en særlig mødeform, der sigter på at skabe dialog mellem deltagere med forskellig baggrund - her borgere og kommunale planlæggere og teknikere. Mødeformen sætter fokus på deltagernes viden og holdninger, og diskussionerne struktureres i forskellige faser (Hoffmann et al., 2001). Dialogværkstedet var arrangeret i samarbejde mellem Hillerød Kommune, Hedeselskabet og Danmarks Tekniske Universitet.

Formålet med mødet var at høre om beboernes værdier og holdninger i forhold til spildevandsløsninger i det åbne land. Desuden var formålet at etablere en dialog mellem berørte lodsejere og kommunens politikere, der var repræsenteret ved formanden for Udvalget for Teknik og Miljø. Dialogværkstedet var samtidig et forsøg, idet kommunen ikke tidligere har afholdt denne type borgermøder.

Invitationen til værkstedet blev sendt til 70 ejendomme i Kjeldsvang-området og heraf deltog 17 borgere fra 14 ejendomme i mødet den 5.9. 2000. Dialogværkstedet blev afholdt i stedet for et traditionelt borgermøde, da det ofte er svært at få borgere til at møde op og det ofte er vanskeligt at få en konstruktiv dialog mellem borgere og embedsmænd/politikere.

Deltagerne havde forud for mødet modtaget et hæfte med baggrundsmateriale (Gabriel, 2000). Dette materiale indeholdt bl.a. en beskrivelse og en ekspertvurdering af følgende 7 anlægstyper.

- Kloakering med trykledning
- Sandfilter
- Rodzoneanlæg
- Nedsivningsanlæg
- Minirensanlæg
- Pileanlæg
- Sorterende toiletter + sandfilter

På dialogværkstedet blev beboerne i første fase bedt om at reflektere over, hvad der er godt og skidt ved at bo i det åbne land. Formålet var at afklare beboernes værdier i forhold til at bo på landet som grundlag for en diskussion af krav til nyt spildevandssystem.

I næste fase skulle beboerne overveje, hvem der i fremtiden skal eje og drive spildevandsanlæg i det åbne land. Gennem en argumentation for og imod hhv. en kommunal og en privat løsning skulle beboerne først redegøre for deres egne overvejelser om fordele og ulemper, se tabel 1.

Tabel 1: Deltagernes vurdering af fordele og ulemper ved hhv. en kommunal og en privat løsning.

Kommunal løsning	Privat løsning
<u>Drift</u> <ul style="list-style-type: none"> - Man behøver ikke selv at vedligeholde – men “blot” betale - Andre har vedligeholdelsen - Det er nemt - Der er ingen pligter - Det er det nemmeste for mig - Man er fri for at spekulere på problemerne (betaler sig fra ansvaret) - Kommunen klarer det, trods en høj pris – man magter det ikke selv - Man er fri for at anlægge og vedligeholde - Ingen problemer for den enkelte <u>Økonomi</u> <ul style="list-style-type: none"> - Udgifter betales i faste rater - Vedligeholdelse uden overraskende omkostninger <u>Ansvar/beslutning</u> <ul style="list-style-type: none"> - Jeg slipper for selv at skulle vælge og tage ansvar - Andre har ansvaret for utilsigtet forurening - Der er mere styr på spildevandet - Spildevandet bliver behandlet ensartet - Kommunen skal godkende det alligevel - Kommunen godkender selv, hvad de selv har lavet - Måske en mere korrekt løsning - Så er det kommunens ansvar - Eventuelle problemer skal løses af andre - Miljøproblemer samles centralt (på renseanlæg) - Kommunen overholder bedre kravene – de har specialviden - Kloakering er en nem, lugtfri løsning – men dyr i drift - Hvis kommunen kunne vedligeholde piletræerne, var det den smukkeste løsning, den mest levende løsning – især når man har jord nok til det - Fælles løsning med naboerne er en dårlig løsning – så må kommunen overtage driften - Hvad bliver kravene i morgen 	<u>Miljøhensyn</u> <ul style="list-style-type: none"> - Man får fordelt forureningen over et større område - Jeg tror, at miljøet får det bedre med små decentrale anlæg - Mindre ressourceforbrug og større spredning af forurening ved privat løsning <u>Selvforvaltning</u> <ul style="list-style-type: none"> - Privat løsning giver overblik over anlægget - Måske tager man mere hensyn, når man laver det selv - Vi vil ikke afhænge af andre (offentlige instanser)(kender systemet) - Jeg har selv stor indflydelse på valget af systemet - Jeg kan godt lide at afprøve nye ting og ideer - Jeg vil selv - Jeg vil godt være pioner - Bevarer retten til medbestemmelse og indflydelse - Det er godt at vide, hvor vandet bliver af - Jeg kan selv styre økonomien – det bliver billigere - Selvgjort er velgjort - En privat løsning er sjovere - Jeg kan selv bestemme, hvornår jeg vil vedligeholde - Jeg har ikke andre til at rende på min ejendom - Jeg kan selv finansiere - Jeg har lavet nedsivningsanlæg, der virker og ikke skal vedligeholdes - Bevarer indflydelsesretten over økonomien <u>Økonomi</u> <ul style="list-style-type: none"> - Den kommunale løsning kan blive dyr – og dyrere med tiden - Privat løsning er billigere - Privat løsning er tilsyneladende billigere

Dernæst skulle de i grupper blive enige om en prioritering af en række forskellige krav til spildevandsløsninger. Blandt følgende 9 mulige vurderingskriterier skulle deltagerne i grupper prioritere de 4 vigtigste kriterier for valget af den bedste løsning.

- Miljøeffekter og ressourceforbrug
- Økonomi

- Komfort
- Drift og driftsikkerhed
- Robusthed
- Selvforvaltning
- Æstetik
- Pionerånd
- Demonstrationsværdi

De 9 vurderingskriterier har tidligere været foreslået i projektet på baggrund af foreløbige erfaringer. Resultatet er vist i tabel 2.

Tabel 2: De fire vigtigste kriterier for hver af de 4 grupper

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
1. prioritet	Økonomi	Miljø	Drift	Robusthed
2. prioritet	Miljø	Driftsikkerhed	Økonomi	Miljø
3. prioritet	Driftsikkerhed	Robusthed	Miljø	Økonomi
4. prioritet	Æstetik/ Pionerånd	Økonomi	Selvforvaltning	Pionerånd

Som afslutning på værkstedet blev deltagerne bedt om individuelt at prioritere de krav, de stiller til fremtidens spildevandssystem, og at tilkende-give deres ønsker mht. ejerform og konkrete anlægstyper. Denne del af dialogværkstedet forløb som en spørgeskemaundersøgelse. Resultatet af denne del af værkstedet skal tages med forbehold, da besvarelserne er udarbejdet som ikke-forpligtende besvarelser, og svarene er givet på et videnskabsmæssigt spinkelt grundlag – specielt hvad angår anlægs- og driftsøkonomi. Det var dog bemærkelsesværdigt, at størstedelen af de adspurgte – 11 ud af 14 – ønskede selv at anlægge, finansiere og drive deres fremtidige spildevandssystem. Kun 3 ønskede en kommunal løsning.

Tabel 3 (Privat løsning): Prioritering (1.-3. prioritet) af mulige anlægstyper. Tabellen viser, hvor mange af de adspurgte, der har hvilken prioritet for de enkelte anlægstyper

Anlægstype	1. prioritet	2. prioritet	3. prioritet
Kloakering med trykledning	0	0	0
Sandfilter	0	1	1
Rodzoneanlæg	1	1	2
Nedsivningsanlæg	7	4	0
Minianlæg	0	0	1
Pileanlæg	3	5	0
Sorterende toiletter + sandfilter	0	0	0

* Nogle har kun angivet førsteprioritet (nedsivning), andre har afkrydset 3 anlægstyper uden at prioritere disse. I disse tilfælde regnes med 2. prioritet for alle tre anlægstyper.

Tabel 4 (Kommunal løsning): Prioritering (1.-3. prioritet) af mulige anlægstyper. Tabellen viser, hvor mange af de adspurgte, der har hvilken prioritet for de enkelte anlægstyper

Anlægstype	1. prioritet	2. prioritet	3. prioritet
Kloakering med trykledning	2	1	0
Sandfilter	0	0	0
Rodzoneanlæg	0	0	0
Nedsivningsanlæg	0	1	2
Minianlæg	0	0	0
Pileanlæg	0	3	0
Sorterende toiletter + sandfilter	0	0	0

* Nogle har afkrydset 3 anlægstyper uden at prioritere disse. I disse tilfælde regnes med 2. prioritet for alle tre anlægstyper.

Dialogværkstedet forløb tilfredsstillende for både deltagere og arrangører, men værkstedets resultater har imidlertid næppe generel gyldighed pga. den relativt lave deltagelse. Det er på den baggrund tvivlsomt, at de fremmødte var repræsentative for befolkningen i det åbne land.

Værkstedet har imidlertid givet et fingerpeg om, hvilken holdning borgerne i det åbne land har til deres fremtidige spildevandsløsninger. Uanset, at det ikke vil være forsvarligt at tolke resultaterne kvantitativt, tyder værkstedet på, at mange borgere i det åbne land vil foretrække selv at varetage deres spildevandsrensning. Samtidig indikerer værkstedet, at borgerne foretrækker lavteknologiske metoder som nedsivning eller pileanlæg

Bilag 2: Forudsætninger for stedsanalysen (kapitel 4) og massebalancerne for de opstillede systemer (kapitel 5.5)

I det følgende ses der på personbidraget (g/(p·d)) med henholdsvis organisk stof, fosfor og kvælstof fordelt på kilderne:

Urin

Fæces

Vaskemidler (tøjvask)

Resterende gråt spildevand (køkken, bad og håndvaske)

Dette bilag understøtter vurderingen af de miljømæssige forhold under stedsanalysen samt beregningen af den resulterende udledning fra de opstillede systemalternativer.

Personbidrag (PB)

Med henvisning til (Eilersen et al., 2001) defineres hermed følgende personbidrag for kvælstof, fosfor og organisk stof:

BOD ₅ :	60 g/(p·d)	(21,9 kg/(p·år))
Total-P:	2,7 g/(p·d)	(1,0 kg/(p·år))
Kvælstof:	14 g/(p·d)	(5,11 kg/(p·år))

Det bemærkes at personbidraget for kvælstof (Total-N) afviger fra opgørelserne i spildevandsbekendtgørelsen (Bek. nr. 501 af 21/6-1999).

Fordelingen af fosfor (P) på kilder

Tabel 1: Fordelingen af personbidraget for fosfor mellem forureningskilderne i husholdningen, baseret på (Eilersen et al, 1998 og Naturvårdsverket, 1995).

Fosfor (Total-P)	Urin	Fæces	Vaskemidler (inkl. skyllevand)	Resterende gråt spildevand	Totalt
%	55	20	20	5	100
g P/(p·d)	1,5 ¹	0,5 ¹	0,55	0,15 ¹	2,7
g P/(p·år)	550	200	200	50	1000

¹(Naturvårdsverket, 1995)

Miljøstyrelsen regner med et personbidrag for fosfor på 1,0 kg/(p·år), svarende til 2,74 g/(p·d). Ifølge (Eilersen et al, 1998) stammer i alt 2,0 g/(p·d) (75%) fra sort spildevand, 1,5 g/(p·d) fra urin (55%) og 0,5 g/(p·d) fra fæces (20%). Den resterende del af fosforen findes i gråvandet fra køkken, bad (*betegnet resterende gråt spildevand*) og fra tøjvask (*vaskemidler*). Ifølge svenske undersøgelser (Naturvårdsverket, 1995) kan fosforindhold sænkes til 0,15 g/(p·d) i det grå spildevand (vaskemidler og resterende gråt spildevand (køkken, bad og håndvask)) hvis der indføres renere teknologi i hustanden med hensyn til indholdet af fosfor i vaske- og rengøringsmidler. Således kan 0,15 g/(p·d) anvendes som et repræsentativt niveau for P-indholdet i det resterende grå spildevand.

Vender man blikket mod danske forhold og kigger på opgørelserne i (Eilersen et al, 1998) kan indholdet i det resterende grå spildevand og i vaske- og rengøringsmidler bestemmes til at udgøre 0,7 g P/(p·d). Med udgangspunkt i en baggrundsværdi for fosfor i det resterende grå spildevand på 0,15 g/(p·d) (Naturvårdsverket, 1995) kan indholdet i vaske- og rengøringsmidler derfor siges at udgøre 0,55 g/(p·d), hvilket er ca. 20% af det totale personbidrag.

Ifølge (Naturvårdsverket, 1995) kan indholdet af fosfor i det grå spildevand komme op på 1,0 g/(p·d) hvis der anvendes vaskemidler med indhold af fosfat. Dette bekræftes af (Henze, 1997), der også angiver personbidrag i størrelsesordenen 1-1,5 g/(p·d) hvis fosfatholdige vaskemidler anvendes. Anden videnskabelig litteratur (Butler et al, 1995) fremsætter at bidraget fra tøjvasken kan være helt op til 2,15 g P/(p·d).

Indholdet af fosfor i fæces og urin kan heller ikke defineres entydigt, hvis man kigger på de videnskabelige undersøgelser, der er blevet udført. Ifølge (Larsen og Gujer, 1996), hvor man har udført et studie af næringsstofindholdet i den menneskelige urin/fæces, svarer fosforbidraget til 1,4 g P/(p·d). Dette ligger en del under det bidrag der er fremsat i tabel 1.

Som det tydeligt fremgår af ovenstående gennemgang er det svært er foretage en præcis fraktionering af P-indholdet i husspildevandet. Det er derfor valgt at gå udfra de undersøgelser, der har været mest overensstemmende, selvom der er store variationer på de tilgængelige informationer.

I den efterfølgende opstilling af massebalancer for systemalternativerne anvendes den i tabel 1 fremviste fraktionering af fosfor.

Fordelingen af kvælstof (N) på kilder

Tabel 2: Fordelingen af personbidraget for kvælstof mellem de enkelte forureningskilder i husholdningen, baseret på (Eilersen et al, 1998).

Kvælstof (NH ₄ ⁺ -N)	Urin	Fæces	Vaskemidler (inkl. skyllevand)	Resterende gråt spildevand	Totalt
%	79	7	2	12	100
g N/(p·d)	11	0,25	~ 0	0,17	11,45
g N/(p·år)	4015 (100%)	91 (25%)	22 (20%)	62 (10%)	4190
Kvælstof (Total-N)					
g N/(p·d)	11	1	0,3	1,7	14
g N/(p·år)	4015	365	110	620	5110

Det er i tabel 2 forudsat at 100% af kvælstof i urinen er på NH₄⁺-form (urinstof omdannes hurtigt til ammoniak/ammonium), der kan give anledning til nitrifikation i recipienten (Jönsson et al, 1997), hvorimod kun 25% af kvælstof i fæces antages at være NH₄⁺ (Butler et al, 1995), eftersom hovedparten i fæces er organisk bundet N. Kun ca. 10% af kvælstoffen i det resterende grå spildevand (køkken, bad, håndvask) antages at være NH₄⁺. Kvælstof i vaskemidler bidrager ikke væsentligt (NH₄⁺-N ~ 4% af kvælstofindholdet i vaskemidler) ifølge (Butler et al, 1995). Det bemærkes dog at skyllevandet fra tøjvasken vil indeholde ammonium-N fra urin- og fæcesrester i tøjfibrene (eks. babyvask). Det i tabel 2 fremsatte bidrag fra vaskemidler (inkl. skyllevand) er et estimat baseret på (Christoffersen, 2001).

Der er i ovenstående betragtninger omkring kvælstof bidraget ikke taget højde for i hvor høj grad der sker en ammonifikation (frigivelse af ammonium) under såvel aerobe som anaerobe forhold i forbindelse med den efterfølgende behandling.

*Fordelingen af organisk stof
(BOD₅) på kilder*

Tabel 3: Fordelingen af personbidraget for organisk stof mellem de enkelte forureningskilder i husholdningen, baseret på (Eilersen et al, 1998).

Organisk stof BOD ₅	Urin	Fæces	Vaskemidler (inkl. skyllevand)	Resterende gråt spildevand	Totalt
%	8,3	33,3	8,3	50	100
g/(p·d)	5	20	5	30	60
g/(p·år)	1825	7300	1825	10950	21900

Fraktioneringen for BOD₅ i tabel 3 er udelukkende baseret på Miljøstyrelsens personbidrag og fordelingen som fremsat i (Eilersen et al, 1998). Det i tabel 3 fremsatte bidrag fra vaskemidler (inkl. skyllevand) er et estimat baseret på (Butler et al., 1995).

Bilag 3: Bruttoliste over spildevandssystemer i det åbne land

Listernes opbygning

Listen omfatter følgende elementer:

Recipienter er opdelt i to kategorier: Nærområde og fjern recipient. Med nærområde forstås en recipient der ligger i umiddelbar nærhed af, hvor spildevandet produceres. F.eks. grundvandet under den pågældende grund eller et vandløb der passerer tæt forbi grunden.

Transport: Alt spildevand skal transporteres fra produktionssted til recipient.

Inddeling af systemer efter grad af sortering

Spildevandssystem: Systemet består af en toiletløsning, evt. en transportløsning og en eller flere renseteknologier. Et eksempel på et spildevandssystem kunne være vakuumtoilet og opsamling i samletank, transport til og rensning i centralt renseanlæg. Spildevandssystemerne er inddelt i følgende kategorier efter håndteringen af det sorte spildevand:

- Ingen sortering:
Der er ikke gjort noget for at adskille toiletspildevandet fra den øvrige spildevandsstrøm.
- Urinsortering:
Urin fjernes fra spildevandsstrømmen med henblik på genanvendelse. Dvs. at et urinsorterende toilet, der er installeret for vandbesparelsens skyld og hvor urinen efter toilettet igen ledes sammen med det øvrige spildevand, ikke vil figurere i denne kategori.
- Urin- og fæcessortering – urin og fæces hver for sig:
Urin og fæces frasorteres adskilt, dvs. at opbevaring sker i forskellige tanke. Urinen frasorteres med henblik på genanvendelse, og fæces kan enten fjernes fra spildevandsstrømmen for at blive efterbehandlet og senere genanvendt eller transporteret væk og renses et andet sted end den øvrige spildevandsstrøm.
- Urin- og fæcessortering – urin og fæces sammen:
Urin og fæces fjernes fra det øvrige spildevand men opbevares samlet, enten med henblik på genanvendelse eller behandling et andet sted end det øvrige spildevand.

Ikke stedsspecifik bruttoliste

Udledning og typer af recipienter

Udledning til nærområde

Grundvand

Fersk recipient

Marin recipient

Afskæring til fjerntliggende recipient

Fersk recipient

Marin recipient

Transport fra husstand til behandlingsanlæg

Gravitationsledninger

Trykledninger

Tankbil

Spildevandssystem

Ingen sortering

Toilettype

Konventionelt toilet	(9 l/skyl)
Lavtskyloilet	(3-6 l /skyl)
Vippetoilet	(1,2 l /skyl)
Vakuumtoilet	(0,8 l /skyl)

Rensning/udledning af spildevand

Ingen rensning
Udledning via bundfældningstank
Udledning via bundfældningstank og markdræn
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning efter fjernelse af partikulært materiale i Aquatron-separator
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning til kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning via rodzoneanlæg
Udledning via sandfilter
Udledning via pilefordampningsanlæg
Udledning via nedsivning
Spredning af spildevand på jordoverfladen

Urinsortering

Toilettype

Urinsorterende toiletter for opsamling af urin i tank
Urinal for opsamling af urin i tank i kombination med almindeligt toilet

Rensning/udledning af resterende spildevand

Ingen rensning
Udledning via bundfældningstank
Udledning via bundfældningstank og markdræn
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning efter fjernelse af partikulært materiale i Aquatron-separator
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning via kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning via rodzoneanlæg
Udledning via sandfilter
Udledning via pilefordampningsanlæg
Udledning via nedsivning
Spredning af spildevand på jordoverfladen

Urin- og fæcessortering - Urin og fæces for sig

Toilettype

Urinseparerende vandskylende toilet for opsamling af urin i tank, hvor fæcesdelen opsamles i tank eller transporteres i separate ledninger.
Urinseparerende multitoilet (dvs. anden adskillelse uden vand)

Rensning/udledning af sort spildevand/fæces

Udledes via bundfældningstank
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning via kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning efter fjernelse af partikulært materiale i Aquatron-separator
Tørkompostering af fæces

Vådkompostering af fæces

Rensning/udledning af gråt spildevand

Ingen rensning
Udledning via bundfældningstank
Udledning via bundfældningstank og markdræn
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning via kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning via rodzoneanlæg
Udledning via sandfilter
Udledning via pilefordampningsanlæg
Udledning via nedsivning
Spredning på jordoverfladen

Urin- og fæcessortering - Urin og fæces sammen

Toilettype

Konventionelt toilet til separatsystem for sort spildevand.
Lavtskyllende toilet til separatsystem for sort spildevand.
Vakuumentoilet til separatsystem for sort spildevand.
Multtoilet
Latrinspand

Rensning/udledning af sort spildevand

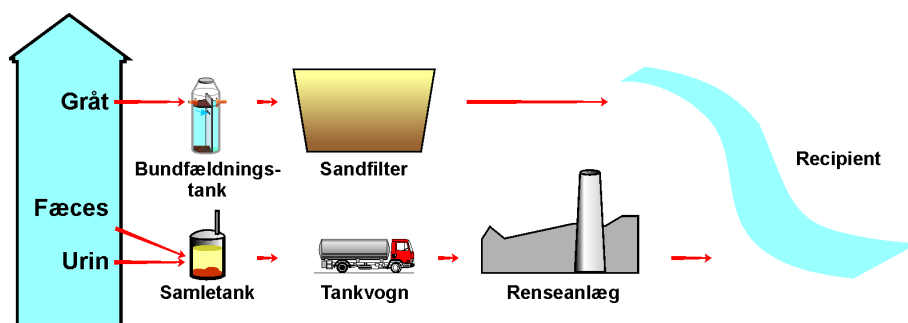
Udledning via bundfældningstank
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning via kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning efter fjernelse af partikulært materiale i Aquatron-separator
Våd kompostering

Rensning/udledning af gråt spildevand

Ingen rensning
Udledning via bundfældningstank
Udledning via bundfældningstank og markdræn
Udledning via konventionelt renseanlæg
Udledning via minirensningsanlæg
Udledning via kompakt renseanlæg (Actiflo el. lignende)
Udledning via rodzoneanlæg
Udledning via sandfilter
Udledning til pilefordampningsanlæg
Udledning via nedsivning
Spredning på jordoverfladen

Bilag 4: Opstilling af massebalancer for systemalternativer

Eksempel for 3.3 Samletank + sandfilter



Renseteknik

Urin og fæces opsamles i en samletank og transporteres til renseanlæg. Gråt spildevand behandles i bundfældningstank og sandfilter. Der benyttes ikke P-frie vaskemidler.

Fosfor

Input fra urin og fæces: 750 g P/(p·år) (jfr. bilag 2)
Input fra vaskemidler og resterende gråt spildevand: 250 g P/(p·år)
Behandling af gråt spildevand i sandfilter med en rensegrad i henhold til tabel 5.1, dvs. 50%.

Output (til recipient) fra gråt spildevand:

$$Ud = \text{Produceret} - \text{Fjernet} = (1 - 0,50) * 250 \text{ g P/(p·år)} = 125 \text{ g P/(p·år)}$$

Fosfor i urin og fæces renses ned til middeludløbskoncentrationen fra renseanlægget som er 1,0 g P/m³ (Winther et al., 1998).

Det forudsættes, at hver person skyller toiletter 7 gange dagligt med ca. 5 liter pr. skyl. Forudsættes det endvidere at volumen af urin og fæces udgør ca. 1,4 l/(p·d) fås et årligt volumen sort spildevand fra toiletter på: 13,3 m³/(p·år).

Output (til recipient) fra urin og fæces:

$$Ud = \text{Produceret} - \text{Fjernet} = 13286 \text{ l/(p·år)} \cdot 1 \text{ g/m}^3 / (1000 \text{ l/m}^3) = 13,3 \text{ g P/(p·år)}$$

Den totale udledning af fosfor til recipienten bliver således: 138,3 g P/(p·år) (jfr. tabel 5.2)

Kvælstof (NH₄⁺-N)

Input fra urin og fæces: 4106 g NH₄⁺-N/(p·år)

Input fra vaskemidler og resterende gråt spildevand: 84 g NH₄⁺-N/(p·år)

Behandling af gråt spildevand i sandfilter med en rensegrad i henhold til tabel 5.1, dvs. 90%.

Output (til recipient) fra gråt spildevand:

$$Ud = \text{Produceret} - \text{Fjernet} = (1 - 0,90) * 84 \text{ g N/(p·år)} = 8,4 \text{ g NH}_4^+ \text{-N/(p·år)}$$

NH₄⁺-N i urin og fæces renses ned til middeludløbskoncentrationen fra rensningsanlægget som er 5 g N/m³ (Winther et al., 1998). Det antages at kun 20 % er på ammoniumform.

Output (til recipient) fra urin og fæces:

$$\begin{aligned}\text{Ud} &= \text{Produceret-Fjernet} = 13286 \text{ l/(p}\cdot\text{år)} \cdot 5 \text{ g/m}^3 \cdot 0,2/(1000 \text{ l/m}^3) \\ &= 13,3 \text{ g N/(p}\cdot\text{år)}\end{aligned}$$

Den totale udledning af ammonium til recipienten bliver således:
 $21,7 \text{ g NH}_4^+ \text{-N/(p}\cdot\text{år)}$.

Organisk stof (BOD₅)

Input fra urin og fæces: $9125 \text{ g/(p}\cdot\text{år)}$

Input fra vaskemidler og resterende gråt spildevand: $12775 \text{ g/(p}\cdot\text{år)}$

Behandling af gråt spildevand i sandfilter med en rensegrad i henhold til tabel 5.1, dvs. 97%.

Output (til recipient) fra restende gråt spildevand (+ vaskemidler):

$$\text{Ud} = \text{Produceret} - \text{Fjernet} = (1-0,97) \cdot 12775 \text{ g/(p}\cdot\text{år)} = 383 \text{ g/(p}\cdot\text{år)}$$

BOD₅ i urin og fæces renses ned til middeludløbskoncentrationen fra rensningsanlægget som er 3 g/m^3 (Winther et al., 1998).

Output (til recipient) fra urin og fæces:

$$\begin{aligned}\text{Ud} &= \text{Produceret-Fjernet} = 13286 \text{ l/(p}\cdot\text{år)} \cdot 3 \text{ g/m}^3/(1000 \text{ l/m}^3) \\ &= 40 \text{ g/(p}\cdot\text{år)}\end{aligned}$$

Den totale udledning af organisk stof til recipienten bliver således:
 $423 \text{ g/(p}\cdot\text{år)}$.

Løsningen lever hermed op til renseklasse SO, jfr. tabel 5.2.

Hvis P-frie vaskemidler (renere teknologi) anvendes i husholdningen ville dette systemalternativ kunne opfylde renseklasse SOP, som det fremgår af tabel 5.2.